

Die Bedeutung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Gefahrenbeurteilung im technischen Sicherheitsrecht

Ein Beitrag zur Verfeinerung des rechtlichen Gefahrenbegriffs unter besonderer Berücksichtigung der Problematik im Atomrecht

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Juristischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Dr. rer. nat. Ehrenfried Mathiak

Mathiak, Ehrenfried

1984

Diss. München

1984



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554009_0011

Die Bedeutung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Gefahrenbeurteilung im technischen Sicherheitsrecht

Ein Beitrag zur Verfeinerung des rechtlichen
Gefahrenbegriffs unter besonderer Berücksichtigung
der Problematik im Atomrecht

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Juristischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Dr. rer. nat. Ehrenfried Mathiak

1984

Zur Bedeutung der Wahrscheinlichkeits- rechnung für die Gefahrenbeurteilung im technischen Sicherheitsrecht

Ein Beitrag zur Verknüpfung des technischen
Gefahrenbegriffs unter besonderer Berücksichtigung
der Problematik im Atomrecht

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer hohen juristischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

Referent: Professor Dr. Lerche
Korreferent: Professor Dr. Badura
3. Referent: Professor Dr. Süßmann/FB Physik
Tag der mündlichen Prüfung: 18. Juli 1984

Meine Frau, ich habe dich so lieb und so sehr
und ich möchte dich so gern mit mir
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern

haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern

haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern

haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern

Meiner lieben Frau
gewidmet

haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern
haben und ich möchte dich so gern

Herrn Prof. Dr. P. Lerche danke ich für die richtungsweisende Betreuung und Beratung. Herrn Prof. Dr. Ch. Degenhart bin ich für laufende hilfreiche Diskussionen zum Thema der Arbeit dankbar.

Herrn Prof. Dr. A. Birkhofer (TU-München und Gesellschaft für Reaktorsicherheit) danke ich für die Hilfe bei der Erarbeitung des technischen Hintergrundes dieser Arbeit. Seine persönliche Beratung und Unterstützung haben die Arbeit wesentlich gefördert. Seinen Mitarbeitern, Herrn Dr. Köberlein und Herrn Dr. Mansfeld, danke ich für die vielen fruchtbaren Diskussionen zum technischen Hintergrund der vorliegenden Arbeit.

Für die Unterstützung bei der Konzeption der Arbeit bin ich Herrn Dr. Stucken und Herrn Reger sehr dankbar (beide ebenfalls von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit).

Herrn Prof. Dr. Dr. R. Lukes (Universität Münster) und seinen Mitarbeitern danke ich für die gewinnbringenden Fachgespräche zu den rechtlichen Fragestellungen in meiner Arbeit.

Herrn Prof. Dr. Süßmann (Universität München, Institut für theoretische Physik) verdanke ich wichtige Anregungen hinsichtlich der Rolle der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse bei der Lösung der hier behandelten rechtlichen Fragen.

I N H A L T S Ü B E R S I C H T

E I N F Ü H R U N G

E R S T E R T E I L:

Bestandsaufnahme und Problemlage: Die gegenwärtige Rolle von Wahrscheinlichkeitsberechnungen bei der Beurteilung der Sicherheit technischer Einrichtungen

1. K a p i t e l:

Technischer Hintergrund: Methodik, Bewertung sowie praktische Bedeutung der probabilistischen Betrachtungsweise in der Technik

(Die probabilistische Methodik im Vergleich zur deterministischen Methodik (S. 14) - Bewertung der gegenwärtigen probabilistischen Analysemethoden (S. 23) - Gegenwärtige praktische Bedeutung der probabilistischen Analysemethoden in der Technik (S. 27)

2. K a p i t e l:

Rechtlicher Hintergrund: Allgemeine Bedeutung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden bei der rechtlichen Beurteilung von Gefahrenquellen

(Eintrittswahrscheinlichkeit als konstituierender Faktor des rechtlichen Gefahrenbegriffs (S. 33) - Quantitative oder qualitative Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Rechtsgutverletzung? (S. 38) - Faktor "Eintrittswahrscheinlichkeit" und Faktor "Schaden" im Verhältnis zueinander (S. 44))

3. K a p i t e l:

Aktueller Hintergrund: Probabilistische Beurteilungselemente und Analysen in der deterministisch konzipierten atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung

(Die deterministisch konzipierte Beurteilung von Gefahrentatbeständen im Atomrecht (S. 50) - Probabilistische Grundsätze und Regelungen zur Ergänzung der deterministisch konzipierten Gefahrenbeurteilung im Atomrecht (S. 58) - Besondere Beachtung probabilistischer Analyseergebnisse im Atomrecht (S. 64))

▲

Z W E I T E R T E I L:

Problemlösung

4. K a p i t e l:

Die Problematik der Wahrscheinlichkeitsbeurteilung in
atomrechtlichen Gerichtsentscheidungen und Folgerungen
für die Problemlösung

(Erste Fallgruppe: Quantitativer Wahrscheinlichkeitsgrad
als ein den Gefahrenausschluß bestätigendes Indiz (S. 75) -
Zweite Fallgruppe: Quantitativer Wahrscheinlichkeitsgrad
als ein den Gefahrenausschluß in Frage stellendes Indiz
(S. 79) - Analyse der Beispielfälle und Folgerungen für
die rechtliche Gefahrenbeurteilung (S. 83))

5. K a p i t e l:

Klärung von Kausalitätsfragen als Beitrag zur Problemlö-
sung

(Kausale Zusammenhänge in technischen Gefahrenquellen
(S. 92) - Konsequenzen aus dem naturwissenschaftlichen
Kausalitätsverständnis für die Gefahrenbeurteilung tech-
nischer Einrichtungen (S. 104))

6. K a p i t e l:

Triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung und Ergebnis
(Ausgangspunkt der triadischen Analyse der Gefahrenbe-
urteilung (S. 123) - Triadische Analyse der Gefahrenbe-
urteilung (S. 130) - Ergebnis der triadischen Analyse
und Vergleich mit dem polizeirechtlichen Gefahrenbe-
griff (S. 136))

D R I T T E R T E I L:

Folgerungen aus der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung

7. K a p i t e l:

Allgemeine Folgerungen

(Rückkehr zu als überwunden angesehenen Rechtspositionen (S. 151) - Zweckmäßigkeit der Rezeption von Wahrscheinlichkeitsberechnungen in die rechtliche Gefahrenbeurteilung (S. 154) - Erforderlichkeit von Wahrscheinlichkeitsberechnungen für eine optimale Objektivierung der rechtlichen Gefahrenbeurteilung (S. 157))

8. K a p i t e l:

Folgerungen hinsichtlich der Anwendung probabilistischer Analysen

(Probabilistische Analysen für die logisch schlüssige und empirisch nachprüfbare Begründetheit der Gefahrenbeurteilung im Technischen Sicherheitsrecht (S. 161) - Probabilistische Analysen für die Gefahrenbeurteilung bei der Genehmigung kerntechnischer Anlagen nach § 7 AtG (S. 167))

E R G E B N I S u n d Z U S A M M E N F A S S E N D E
S C H L U ß B E M E R K U N G E N (S. 189)

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S (S. 196)

DIE BEDEUTUNG DER WAHRSCHEINLICHKEITSRECHNUNG FÜR DIE
GEFAHRENBEURTEILUNG IM TECHNISCHEN SICHERHEITSRECHT
(Ein Beitrag zur Verfeinerung des rechtlichen Gefahren-
begriffs unter besonderer Berücksichtigung der Proble-
matik im Atomrecht)

- I N H A L T S V E R Z E I C H N I S -

	Seite
E I N F Ü H R U N G	1
1.) Argumente für die Rezeption der Wahrscheinlich- keitsrechnung in die rechtliche Gefahrenbeur- teilung	2
2.) Kritik an der Rezeption der Wahrscheinlich- keitsrechnung in die rechtliche Gefahrenbe- urteilung	5
3.) Plan der Untersuchung	8
a) Zielsetzung	8
b) Vorgehen	10
E R S T E R T E I L	
<u>Bestandsaufnahme und Problemlage:</u> Die gegenwärtige Rolle von Wahrscheinlichkeitsberechnungen bei der Beurteilung der Sicherheit technischer Einrichtun- gen	14
<u>1. K a p i t e l:</u>	
<u>Technischer Hintergrund:</u> Methodik, Bewertung sowie praktische Bedeutung der probabilistischen Betrach- tungsweise in der Technik	14

	Seite
A.) <u>Die probabilistische Methodik im Vergleich zur deterministischen Methodik</u>	14
I.) Die Methodik der deterministischen Betrachtungsweise	15
1.) Das methodische Prinzip und seine Zielsetzung	15
2.) Ergebnis und Bedeutung einer deterministischen Beurteilung	16
II.) Die Methodik der probabilistischen Betrachtungsweise	19
1.) Das methodische Prinzip und seine Zielsetzung	19
2.) Ergebnis und Bedeutung einer probabilistischen Beurteilung	22
III.) Zusammenfassender Vergleich	23
B.) <u>Bewertung der gegenwärtigen probabilistischen Analysemethoden</u>	23
I.) Besonders herausragende Eigenschaften	23
II.) Besonders hervorzuhebende Möglichkeiten	26
C.) <u>Gegenwärtige praktische Bedeutung der probabilistischen Analysemethoden in der Technik</u>	27
I.) Typische Anwendungsformen probabilistischer Methoden in der Technik	27
II.) Einzelne Anwendungsbereiche für probabilistische Methoden in der Technik	29

2. K a p i t e l:Rechtlicher Hintergrund:

Allgemeine Bedeutung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden bei der rechtlichen Beurteilung von Gefahrenquellen	33
--	----

A.) <u>Eintrittswahrscheinlichkeit als konstituierender Faktor des rechtlichen Gefahrenbegriffs</u>	33
---	----

I.) Der rechtliche Gefahrenbegriff	33
------------------------------------	----

II.) Die Komponente "Wahrscheinlichkeit" im rechtlichen Gefahrenbegriff	36
---	----

B.) <u>Qualitative oder quantitative Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Rechtsgutverletzung?</u>	38
--	----

I.) Uneinigkeit in der Rechtswissenschaft hinsichtlich der Quantifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit	38
--	----

II.) Sachzwang und herrschende Meinung	42
--	----

C.) <u>Faktor "Eintrittswahrscheinlichkeit" und Faktor "Schaden" im Verhältnis zueinander</u>	44
---	----

I.) Die "je - desto" Formel	44
-----------------------------	----

II.) Restrisiko und der Produktwert aus den Faktoren "Eintrittswahrscheinlichkeit" und "Schaden"	46
--	----

	Seite
<u>3. K a p i t e l:</u>	
<u>Aktueller Hintergrund:</u>	
Probabilistische Beurteilungselemente und Analysen in der deterministisch konzi- pierten atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung	50
<u>A.) Die deterministisch konzipierte Be- urteilung von Gefahrentatbeständen im Atomrecht</u>	50
I.) Deterministisches Konzept der Genehmigungsregelungen im Atom- gesetz	50
II.) Deterministisches Konzept der Regelungen in der Strahlen- schutzverordnung	52
III.) Deterministische Sicherheits- philosophie auf der administra- tiven Ebene	54
<u>B.) Probabilistische Grundsätze und Regelungen zur Ergänzung der deterministisch konzi- pierten Gefahrenbeurteilung im Atomrecht</u>	58
I.) Probabilistische Ergänzungen in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)	58
1.) Probabilistisch motivierter Strahlenschutzgrundsatz "so gering wie möglich"	58
2.) Grenzwertanpassung anhand pro- babilistischer Kriterien in § 28 Abs. 3 Satz 5 StrlSchV	60

	Seite
II.) Probabilistische Ergänzungen in administrativen Richtlinien	62
C.) <u>Besondere Bedeutung probabilistischer Analyseergebnisse im Atomrecht</u>	64
I.) Anlaß für die besondere Beachtung probabilistischer Analysen im Atom- recht	64
1.) Betonung des Vorsorgegrundsatzes durch den Gesetzgeber	64
2.) Betonung des Vorsorgegrundsatzes durch das moderne Umweltschutz- verständnis und die Rechtsprechung zum Atomgesetz	65
II.) Besondere Beachtung probabilistischer Analysen zur Beurteilung auch weit entfernter Schadensmöglichkeiten	69
III.) Probleme der Rechtsprechung zum Atomrecht aus der besonderen Be- achtung probabilistischer Analysen	71

	Seite
Z W E I T E R T E I L	
<u>Problemlösung</u>	74
 <u>4. K a p i t e l:</u>	
<u>Die Problematik der Wahrscheinlichkeitsbeurteilung in atomrechtlichen Gerichtsentscheidungen und Folgerungen für die Problemlösung</u>	74
(These und Vorbemerkung)	
 A.) <u>Erste Fallgruppe: Quantitativer Wahrscheinlichkeitsgrad als ein den Gefahrenausschluß bestätigendes Indiz</u>	75
I.) Erstes Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um die KFA Jülich	75
II.) Zweites Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Würgassen	76
III.) Drittes Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Grafenrheinfeld	77
IV.) Viertes Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Philippsburg II	78
 B.) <u>Zweite Fallgruppe: Quantitativer Wahrscheinlichkeitsgrad als ein den Gefahrenausschluß in Frage stellendes Indiz</u>	79
I.) Erstes Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Stade	79

	Seite
II.) Zweites Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Wyhl	81
C.) <u>Analyse der Beispielfälle und Folgerungen für die rechtliche Gefahrenbeurteilung</u> (Vorbemerkung)	83
I.) Analyse der Beispielfälle in Abschnitt A (erste Fallgruppe)	84
II.) Analyse der Beispielfälle in Abschnitt B (zweite Fallgruppe)	86
III.) Zusammenfassendes Ergebnis der Analyse der Beispielfälle	88
1.) Besondere Bedeutung des erkennt- nistheoretischen Standpunktes zur Kausalität	88
2.) Folgerungen für die Gefahrenbeur- teilung	90
<u>5. K a p i t e l:</u>	
<u>Klärung von Kausalitätsfragen als Beitrag zur Pro- blemlösung</u>	92
A.) <u>Kausale Zusammenhänge in technischen Gefahren- quellen</u>	92
I.) Wahrscheinlichkeitszusammenhang und deter- ministischer Notwendigkeitszusammenhang	92
II.) Sachgerechte Analyse kausaler Zusammen- hänge in technischen Einrichtungen	94

	Seite
III.) Reaktorsicherheitskonzept als Beispiel für eine praktizierte sinnvolle Verknüpfung von deterministischen und probabilistischen Gesichtspunkten	96
1.) Verknüpfung des deterministischen Barrierenkonzeptes mit probabilistischen Gesichtspunkten	97
2.) Wahrscheinlichkeitserwägungen neben deterministischen Prinzipien im Mehrstufenkonzept	100
B.) <u>Konsequenzen aus dem naturwissenschaftlichen Kausalitätsverständnis für die Gefahrenbeurteilung technischer Einrichtungen</u>	104
I.) Erforderlichkeit von sich gegenseitig ergänzenden deterministischen und probabilistischen Beurteilungsverfahren	104
II.) Aufstellung von Verfahrensgrundsätzen für eine ausgewogene Beurteilung von technischen Gefahrenquellen	106
III.) Rechtsdogmatische Konsequenzen	110
1.) Nicht-Anwendbarkeit der Äquivalenztheorie	110
2.) Bestätigung der Rechtslehre vom adäquaten Kausalzusammenhang	113
3.) Aufstellung eines Adäquanzkriteriums für die Eingrenzung auf adäquate Ursachen eines technischen Gefahrentatbestandes	115

	Seite
a) Formulierung des Adäquanzkriteriums	115
b) Begründung des Adäquanzkriteriums	118
c) Besondere Bedeutung des aufgestellten Adäquanzkriteriums für die präventive Gefahrenbeurteilung	121
 <u>6. K a p i t e l:</u>	
<u>Triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung und Ergebnis</u>	123
 A.) <u>Ausgangspunkt der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung</u>	123
I.) Rechtsdogmatischer Ausgangspunkt	123
II.) Erkenntnistheoretischer Ausgangspunkt	125
1.) Drei Elemente des Wahrscheinlichkeitsbegriffes	126
2.) Unterscheidung zwischen subjektiver und objektiver Wahrscheinlichkeit	128
 B.) <u>Triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung</u>	130
I.) Die logische Gefahrenbeurteilung	131
 II.) Die empirische Gefahrenbeurteilung	131
 III.) Die subjektive Gefahrenbeurteilung	133

	Seite
C.) <u>Ergebnis der triadischen Analyse und Vergleich mit dem polizeirechtlichen Gefahrenbegriff</u>	136
I.) Ergebnis der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung	136
1.) Die drei elementaren Teilaufgaben einer Gefahrenbeurteilung	136
2.) Bestimmung der Gefahrenschwelle mit Hilfe des Adäquanzkriteriums	138
3.) Der aus der triadischen Analyse folgende Grundbegriff für Gefahr	143
II.) Vergleich des Ergebnisses der triadischen Analyse mit dem Gefahrenbegriff im Polizeirecht	146
1.) Vergleich mit der allgemein bekannten Definition des polizeirechtlichen Gefahrenbegriffs	146
2.) Die normativ-subjektive Auffassung Hoffmann-Riems von der polizeirechtlichen Gefahrenbeurteilung im Vergleich zum Ergebnis der triadischen Analyse	147

Seite

D R I T T E R T E I L

<u>Folgerungen aus der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung</u>	151
--	-----

7. K a p i t e l:

<u>Allgemeine Folgerungen</u>	151
-------------------------------	-----

A.) <u>Rückkehr zu als überwunden angesehenen Rechtspositionen</u>	151
--	-----

B.) <u>Zweckmäßigkeit der Rezeption von Wahrscheinlichkeitsberechnungen in die rechtliche Gefahrenbeurteilung</u>	154
---	-----

C.) <u>Erforderlichkeit von Wahrscheinlichkeitsberechnungen für eine optimale Objektivierung der rechtlichen Gefahrenbeurteilung</u>	157
--	-----

8. K a p i t e l:

<u>Folgerungen hinsichtlich der Anwendung probabilistischer Analysen</u>	161
--	-----

A.) <u>Probabilistische Analysen für die logisch schlüssige und empirisch nachprüfbare Begründetheit der Gefahrenbeurteilung im Technischen Sicherheitsrecht</u>	161
--	-----

I.) <u>Logische Schlüssigkeit durch Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung</u>	161
---	-----

II.) <u>Optimale Auswertung der empirischen Erkenntnisse durch objektiv nachvollziehbare probabilistische Analysen</u>	163
--	-----

III.) <u>Zusammenfassung</u>	165
------------------------------	-----

	Seite
F <u>Probabilistische Analysen für die Gefahrenbeurteilung bei der Genehmigung kerntechnischer Anlagen nach § 7 AtG</u>	167
I.) <u>Anwendungsbereich probabilistischer Analysen bei der Gefahrenbeurteilung gemäß § 7 AtG</u>	167
II.) <u>Vergleich der gegenwärtig unter § 7 AtG praktizierten Rezeption probabilistischer Analysen mit dem Ergebnis aus der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung</u>	169
1.) Defizit in der gegenwärtigen Beurteilungspraxis hinsichtlich des logischen Elementes	170
a) Gegenwärtige Beurteilungspraxis bei der Anwendung des § 7 AtG	170
b) Vergleich mit dem triadischen Analyseergebnis	173
c) Ergebnis	175
2.) Defizit in der gegenwärtigen Beurteilungspraxis hinsichtlich des empirischen Elementes	176
3.) Defizit in der gegenwärtigen Beurteilungspraxis hinsichtlich des subjektiv wertenden Elementes	179
III.) <u>Verbesserungsmöglichkeiten der gegenwärtig praktizierten atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung</u>	181
1.) Die Einführung allgemeiner quantitativer Sicherheitsziele	181

	Seite
2.) Die Anwendung des im 5. Kapitel aufgestellten Adäquanzkriteriums	182
a) Notwendige Sachverhaltsangaben für die praktische Anwendung des Adäquanzkriteriums	182
b) Praktische Anwendung des Adäquanzkriteriums am Beispiel von Ergebnissen aus der Deutschen Risikostudie	183
c) Dynamische Wirkung der Anwendung des aufgestellten Adäquanzkriteriums	187
 E R G E B N I S u n d Z U S A M M E N F A S S E N D E S C H L U ß B E M E R K U N G E N	 189
 L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S	 196

A B K Ü R Z U N G S V E R Z E I C H N I S

Ann. of Nucl. Energ.	Annals of Nuclear Energy, Pergamon Press Ltd., Printed in Great Britain
ANS	American Nuclear Society
AtG	Atomgesetz
atw	Atomwirtschaft, Atomtechnik; offizielles Fachblatt der Kerntechnischen Gesellschaft e.V. (KtG), Handelsblatt GmbH, Düsseldorf
AtVfV	Atomverfahrensverordnung
AÖR	Archiv des öffentlichen Rechts, Zeitschrift
Batelle-Studie	Risk Assessment Study for the Harbor of Gothenburg, Battelle-Institut, Frankfurt, BF-R-63.371-1, 1978 (prepared for the Swedish Energy Commission, Stockholm)
Bayreuther H. f. Erw.	Bayreuther Hefte für Erwachsenenbildung; Mühlischer Universitätsverlag Bayreuth (im Auftrag der Universität Bayreuth herausgegeben)
BB	Betriebs-Berater, Zeitschrift für Recht und Wirtschaft, seit 1946 ff, Verlagsgesellschaft Recht und Wirtschaft mbH, Heidelberg
Berichte und Dokumentation der Bundesregierung zur Kernenergie	Reihe: Berichte und Dokumentation, Hrsg. Bundesminister für Forschung und Technologie, Bonn 1978, hier: Zur friedlichen Nutzung der Kernenergie, 2. Auflage
Bericht Sachverständigentätigkeit	Bericht der Bundesregierung über Grundlagen und Praxis der Sachverständigentätigkeit im Rahmen atomrechtlicher Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren, Herausgeber: Der Bundesminister des Innern, Bonn, 1979
BGHSt	Bundesgerichtshof in Strafsachen
BMI	Bundesministerium des Innern
Canvey-Studie	Canvey: Summary of an Investigation of Potential Hazards from Operations in the Canvey Island/Thurrock Area, London 1978, Bericht im Auftrag des Health and Safety Executive
CSNI	Committee on the Safety of Nuclear Installations of The OECD Nuclear Energy Agency
DAtF	Deutsches Atomforum

DB	Der Betrieb, Wochenschrift, seit 1948 ff; Handelsblatt GmbH, Verlag für Wirtschaftsinformation, Düsseldorf, Frankfurt
Deut. AtomR. Symp.	Deutsches Atomrechts-Symposium, Berichte in der Schriftenreihe: Recht-Technik-Wirtschaft; Hrsg. von Prof. Dr. Dr. R. Lukes, Carl Heimanns Verlag Köln/Berlin/Bonn/München, 1973 ff
DÖV	Die öffentliche Verwaltung, Zeitschrift für Verwaltungsrecht und Verwaltungspolitik, Stuttgart, seit 1948 ff
DRiZ	Deutsche Richterzeitung
DRS	Deutsche Risikostudie, Kernkraftwerke, Hrsg. Bundesminister für Forschung und Technologie, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1979
Dt. Keram. Ges.	Deutsche Keramische Gesellschaft
DVB1	Deutsches Verwaltungsblatt mit Verwaltungsarchiv, Carl Heimanns Verlag KG, Köln/Berlin/Bonn/München
DWR	Druckwasserreaktor
Energ.w.	Energiewirtschaft, Zeitschrift
ENS	European Nuclear Society (europäische Kerntechnische Gesellschaft)
ET	Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für die Elektrizitäts- und Gasversorgung, 1951 ff; Energiewirtschaft und Technik Verlagsgesellschaft mbH, 8032 Gräfelfing
EUR	Authorization procedure for the Construction and Operation of Nuclear Installations within the EC Member States, including supervision and control, Dokument der Europäischen Gemeinschaft, EUR (rev), 1978
FAR	Federal Aviation Regulations (FAR), amerikanische Lufttüchtigkeitsvorschriften (insb. Part. 25)
Festschr. Larenz	Festschrift für Larenz, Karl, Hrsg. G. Paulus et al., München 1973
Festschr. Wacke	Festschrift für Wacke, Gerhard, Verfassung, Verwaltung, Finanzen, Hrsg. von Klaus Vogel und Klaus Tipke, Köln 1972,
FN	Fußnote
Fortschr. Ber. VDI-Z	Fortschritt-Berichte des VDI (Verein Deutscher Ingenieure (Zeitschriften, Düsseldorf)

GAU	Größter Anzunehmender Unfall
GPR	Group Permanent Reacteur (französisches Sachverständigengremium)
GRS	Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln
GSF	Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, München
HB/RS u. SS	Handbuch/Reaktorsicherheit und Strahlenschutz; Hrsg.: Der Bundesminister des Innern; Vertrieb: Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln
HDSW	Handbuch der Sozialwissenschaften
Hist. Wb. Philos.	Historisches Wörterbuch der Philosophie; Hrsg. Joachim Ritter, Bd. 2 (D-F), Basel/Stuttgart 1972
h.M.	herrschende Meinung
HTR	Hochtemperaturreaktor
ICRP	International Commission on Radiological Protection
ICRP Publ.	ICRP Publikationen
JUS	Juristische Schulung, Zeitschrift
JZ	Juristen-Zeitschrift
KKW	Kernkraftwerk
Konstr. Ing. Bau	Konstruktiver Ingenieurbau Berichte; Hrsg. Prof. Zerna, Vulkan Verlag Dr. W. Classen Nachf., Essen
LKI	Laboratorium für den Konstruktiven Ingenieurbau der Technischen Universität München
LKI-Berichte	Berichtsreihe zur Sicherheitstheorie (bzw. Zuverlässigkeitstheorie) der Bauwerke des LKI, seit 1972
NJW	Neue Juristische Wochenschrift, C.H. Beck, München, Berlin
Nucl. Eng. a. Des.	Nuclear Engineering and Design, North-Holland Publishing Company, Fachzeitschrift
Nucl. Saf.	Nuclear Safety, Zeitschrift
ÖJZ	Österreichische Juristenzeitung
Phys. Bl.	Physikalische Blätter, Organ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Physik-Verlag, Weinheim
PNS-Jahreskolloquium	jährliche Berichtssammlung über die Aktivitäten des "Projekt Nukleare Sicherheit" des Kernforschungszentrums Karlsruhe

Rasmussen-Studie	Reactor Safety Study, An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, U.S. Nuclear Regulatory Commission, WASH-1400 (NUREG 75/014), Okt. 1975
RDB	Reaktordruckbehälter
RSK	Reaktor-sicherheitskommission
Sicherheitskriterien für KKW	"Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke", Bekanntmachung vom 21. Okt. 1977, Der Bundesminister des Innern; Veröffentlichung im Bundesanzeiger Nr. 206 vom 3.2. 1977, S. 1/3
SSK	Strahlenschutzkommission
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TÜ	Technische Überwachung, Zeitschrift
TÜV-Studien	Bericht des TÜV-Rheinland (Vorstudie) zum Forschungsvorhaben "Analyse möglicher Störfälle in industriellen Anlagen im Hinblick auf die Luftreinhaltung", Nr. 7720403552, im Auftrag des Umweltbundesamtes, April 1978
VEnergR	Veröffentlichungen des Instituts für Energierecht an der Universität Köln, Düsseldorf (Handelsblatt)
VVDStRL	Veröffentlichungen der Vereinigung der Deutschen Staatsrechtslehrer, Berichte und Diskussionen; Verlag Walter de Gruyter Berlin/New York
VersR	Versicherungsrecht, Juristische Rundschau für die Individualversicherung, Zeitschrift
ZRP	Zeitschrift für Rechtspolitik
ZStW	Zeitschrift für die gesamte Strafrechtswissenschaft

E I N F Ü H R U N G

Seit mehr als 10 Jahren schenkt man von Seiten der Technik sogenannten probabilistischen Analysen zunehmend Beachtung bei der Sicherheitsbeurteilung kerntechnischer Systeme und Einrichtungen. ¹⁾ Es handelt sich dabei um Berechnungen der Eintrittswahrscheinlichkeit von Schadensfällen, die durch technische Einrichtungen oder Systeme verursacht werden können. Diese Berechnungen stellen im Ergebnis eine Zuverlässigkeitsanalyse dar und beruhen auf statistischen Untersuchungen sowie auf der Anwendung von allgemeinen Wahrscheinlichkeitstheoretischen Sätzen und Rechenvorschriften. ²⁾

1) Einen Überblick über die Geschichte von Zuverlässigkeitsanalysen auf der Basis probabilistischer Analysen bietet A. Birkhofer, in Ann. of Nucl. Energ., Vol 6, S. 291 (1979). Erste wissenschaftliche Überlegungen zur Einbeziehung probabilistischer Analysen in die deutsche Reaktorsicherheitstechnik stammen von L. Merz in "Philosophie des Reaktorschutzes, deterministische und probabilistische Thesen" (Zusammenfassung dieser Abhandlung ist veröffentlicht in atw 1970, S. 118). Siehe auch K.-H. Lindackers, Einflüsse des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens in der Bundesrepublik Deutschland auf die Auslegung und den Betrieb von KKW (Dissertation), RWTH Aachen, 1970. Wesentliche Marksteine bei der Einbeziehung probabilistischer Analysen in die Reaktorsicherheitstechnik sind die amerikanische Reactor Safety Study (Rasmussenstudie) von Rasmussen (1975) und die deutsche Risikostudie (DRS) unter Leitung von Prof. Birkhofer (1979). Sie kennzeichnen die zunehmende Anwendung probabilistischer Analysen bei der technischen Sicherheitsbeurteilung.

2) Eine übersichtliche Einführung in die probabilistischen Berechnungsmethoden wurde von E. Schaefer gegeben: Einführung in die Grundlagen der Sicherung von Qualität und Zuverlässigkeit in der Elektronik, Seminarbericht zur Seminarreihe QZE, eine Veranstaltung zur Produktronik 1977, München (Münchner-Messe-Gesellschaft (MMG), IEZ Sekretariat). Eine neuere Veröffentlichung zu diesem Thema vom gleichen Autor: E. Schaefer, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit in der Elektronik, Vogel-Verlag, 1979. Eine ausführliche Darstellung der mathematischen Methoden in U. Höfle - Isphording, Zuverlässigkeitsrechnung, Berlin/Heidelberg, 1978. Auf die Belange der probabilistischen Sicherheitsbeurteilung von KKW zugeschnitten ist die Abhandlung von W. Hofmann, Zuverlässigkeit von Meß-, Steuer-, Regel- und Sicherheitssystemen, München 1968 und von L. Camarinopoulos/A. Becker, Zuverlässigkeits- und Risikoanalysen, Köln 1983.

Wenn außer der Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensfalles auch die mögliche Schadenshöhe zahlenmäßig abgeschätzt wird, bezeichnet man das Verfahren im allgemeinen als Risikoanalyse. ³⁾ Am Beispiel der Kernenergie wird in der vorliegenden Arbeit die Auffassung vertreten, daß die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung (z.B. als probabilistische Zuverlässigkeitsanalyse) von grundlegender Bedeutung für die rechtliche Gefahrenbeurteilung technischer Einrichtungen ist.

1.) Argumente für die Rezeption der Wahrscheinlichkeitsrechnung in die rechtliche Gefahrenbeurteilung

Im Rahmen der Probleme um das Kernenergieerisiko hat sich die Problematik des traditionellen rechtlichen Gefahrenbegriffs herausgestellt. ⁴⁾ Insbesondere haben die polizeirechtlichen und gewerberechtlichen Wurzeln des Gefahrenbegriffs einerseits und die hohen Schutzansprüche des Atomgesetzes andererseits eine rechtsdogmatische Auseinander-

3) Die Methodik von Risikoanalysen wird im Hauptband der Deutschen Risikoanalyse bzw. in der Kurzfassung zur Deutschen Risikoanalyse allgemein verständlich beschrieben. In dem beachtenswerten Aufsatz von A.M. Freudenthal und Schuëller, Risikoanalyse von Ingenieurtragwerken, Konstr. Ing. Bau, Heft 25/26 (1976), wird der Begriff Risikoanalyse allerdings in einem etwas abweichenden Sinne benutzt. Die detaillierte Abschätzung der Schadenshöhe spielt hier keine Rolle.

4) Winters, Atom- und Strahlenschutzrecht, S. 4

setzung mit dem Begriff "Gefahr" herbeigeführt. ⁵⁾

Durch die sogenannten Risikoanalysen werden zwei wesentliche Faktoren für die Beurteilung der Gefährlichkeit eines technischen Systems objektiviert und beziffert, nämlich - wie bereits erwähnt - der Wahrscheinlichkeitsgrad für den Eintritt eines Schadens und die Schadenshöhe. Die dazu durchgeführten statistischen Untersuchungen und Wahrscheinlichkeitsberechnungen sind objektiv nachprüfbar, so daß die dadurch erzielten Ergebnisse einen besonders hohen Vertrauensgrad erhalten.

Da sich die Beurteilung eines Gefahrentatbestandes im Sicherheitsrecht auf eine objektive Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Schaden zu stützen hat, ⁶⁾ könnte mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung im Rahmen von Risikoanalysen objektiv dargelegt werden, ob der vorrangige Schutz vor Gefahren der friedlichen Anwendung der

-
- 5) Siehe H.U. Erichsen und F.L. Knemeyer in VVDStRL (35) 1977, S. 170 ff. Für die Notwendigkeit einer sorgfältigen Begriffsbildung "Gefahr" OVG Lüneburg, DVBl 1977, S. 340. Ebenso Hanning/Schmieder, DB, Beilage Nr. 14/77, S. 3; Ausführliche Auseinandersetzung mit dem Themenkreis in "Gefahren und Gefahrenbeurteilungen im Recht", mit Beiträgen von Prof. Dr. R. Lukes et al. (Schriftenreihe Recht-Technik-Wirtschaft, Hrsg. Prof. Dr. R. Lukes, Bd. 21, Carl Heymanns Verlag Köln/Berlin/Bonn/München 1980); siehe hierzu auch "Technische Risiken und Recht", Hrsg. W. Blümel, H. Wagner, (Vortragszyklus des Kernforschungszentrums Karlsruhe (KfK) und der Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer (KfK 3275, November 1981)).
- 6) Hierzu die Ausführungen zum Gefahrenbegriff in der polizeirechtlichen Literatur, z.B.: V. Götz, Polizeirecht, S. 55 ff; Drews/Wacke/Vogel/Martens, Gefahrenabwehr, Bd. I, S. 177 ff und S. 272 ff; zugeschnitten auf den technischen Bereich: Plischka, Sicherheitsrecht, S. 97 ff (S. 106)

Kernenergie gewährleistet ist. 7) Von technischer Seite sind aus diesem Grunde Forderungen nach Anwendung von Risikoanalysen bei der rechtlichen Gefahrenbeurteilung laut geworden. 8)

Gerade bei technischen Einrichtungen und Systemen lassen sich Wesensheiten und Funktionsabläufe weitgehend zahlenmäßig erfassen. Die Wahrscheinlichkeitsberechnungen im Rahmen von Risikoanalysen könnten somit eine verlässliche, objektive und konkrete Entscheidungsgrundlage bieten. Auch in der Wirtschaft werden mathematisch-statistische Methoden angewandt, um Unternehmensentscheidungen bzw. volkswirtschaftliche Entscheidungen auf konkrete, objektive und nachprüfbare Grundlagen zu stellen. 9) Ebenso werden in

7) Im Hinblick auf diesen Zweck wird z.B. in "Berichte und Dokumentation der Bundesregierung zur Kernenergie", S. 284 (1978) und von H. Seipel et al. in Nucl. Saf. Vol 18, S. 727, 748 ff., 1977, die Durchführung von Risikoanalysen in Erwägung gezogen.

8) F.R. Farmer forderte dieses als einer der ersten. Er schlug vor, eine Risikogrenzklinie festzulegen, die wahrscheinlichkeitsmäßig klassifiziert, welche Häufigkeit bestimmte Schadensereignisse haben dürfen (in seinem Fall Höhe und Freisetzung von radioaktivem Jod). Diese sogenannte Farmer-Grenzkurve sollte nach seinem Vorschlag als Genehmigungskriterium eingeführt werden und zwar in der Weise, daß sich die einzelnen denkbaren Schadensereignisse nur mit geringerer Häufigkeit ereignen dürfen als durch die Grenzkurve dargestellt ist. Da man als Ergebnis von Risikoanalysen den Farmer-Grenzkurven entsprechende Schadenshäufigkeitskurven erhält, wäre für einen Sicherheitsnachweis nur noch festzustellen, ob die ermittelten Verteilungskurven unterhalb der festgelegten Grenzkurve bleiben. (F.R. Farmer, Siting, Criteria, IAEA - Conf.); J.R. Beattie hat mögliche Farmer-Grenzkurven zur Diskussion gestellt. (J.R. Beattie, Nucl. Saf. 8, S. 573 (1967), hierzu auch Watzel atw 1971, 533

9) Siehe z.B. K.-D. Opp, Methodologie der Sozialwissenschaften, insbesondere S. 29 ff

der Medizin statistische Auswertungen zur Objektivierung der Beurteilung von Krankheitssymptomen und Heilverfahren eingesetzt. ¹⁰⁾

Durch die Entwicklung in der elektronischen Datenverarbeitung sind systemumfassende mathematisch-statistische Abschätzungen der Häufigkeit von unterschiedlichen Schadensereignissen praktisch durchführbar und durch Multiplikation von Schadenshöhe mit Schadenshäufigkeit sogenannte Risikowerte für technische Gefahrenquellen berechenbar.

2.) Kritik an der Rezeption der Wahrscheinlichkeitsrechnung in die rechtliche Gefahrenbeurteilung

Die praktische Durchführbarkeit von umfassenden Risikoanalysen stellt die Rechtsordnung nunmehr nachdrücklich vor die Frage, ob durch probabilistische Analysen des Sachverhaltes tatsächlich eine wesentlich objektivere Beurteilung der Sicherheit technischer Anlagen erreichbar ist.

In der rechtswissenschaftlichen Literatur ist zwar unbestritten, daß die Schadenshöhe und die Eintrittswahrscheinlichkeit konstituierende Faktoren eines Gefahrentatbestandes sind. Im Hinblick auf den Rechtsgrundsatz von der Einzelfallgerechtigkeit wird aber eine individuelle Betrachtung und Bewertung zusätzlicher Faktoren und Umstände als notwendig erachtet. ¹¹⁾

10) Siehe etwa S. Koller, Methoden der ätiologischen Forschung, in: Methodik d. Information i. d. Medizin, 1963, S. 1 ff

11) So zum Beispiel R. Lukes, BB 1978, 317 ff (318, 1. Sp.)

Individuell ist insbesondere zu beantworten, welches möglicherweise entstehende Schadensausmaß bei welchem Wahrscheinlichkeitsgrad einen Gefahrentatbestand begründet. Es gibt dafür keinen einheitlichen zahlenmäßig festgelegten Maßstab. So werden z.B. die recht häufigen Unfälle im Kraftfahrzeugverkehr und in der chemischen Großindustrie, wobei oft auch Todesopfer zu beklagen sind, im allgemeinen als unabwendbar hingenommen. Über die sehr unwahrscheinliche Beeinträchtigung der Gesundheit durch minimale Dosen radioaktiver Strahlung besteht dagegen eine empfindsamere Bewertung. Solche Akzeptanzschwellen bilden sich für einzelne Bereiche im Laufe der Zeit heraus und ändern sich wohl auch von Zeit zu Zeit. ¹²⁾

Folglich dürfte der bloße Nachweis, daß die ermittelten Risikowerte bestimmte Risikogrenzwerte nicht überschreiten, für den Ausschluß einer Gefahr nicht ausreichend sein. Zwar werden in der Rechtsprechung Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe zueinander in Beziehung gebracht und die Gefahrenschwelle nach Abwägung beider Größen im Sinne des Verhältnismäßigkeitsprinzips bestimmt. ¹³⁾ Das ist aber keine Abwägung von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe nach einem festen mathematischen Funktionszusammenhang, wie dies bei der Berechnung von Risikowerten als Produkt von Schadenshöhe und Schadenshäufigkeit geschieht.

12) Hierzu W. Diepold, Gefahrenpotentiale, in GRS-Bericht (GRS-10) über 1. GRS-Fachgespräch, München, 1977

13) So BVerwG NJW 1970, 1830 (1892) und BVerwG DÖV 1974, 207 (209) sowie Mahlmann auf dem 1. Deutschen Atomrechtssymposium 1973, Bericht S. 269 ff (281); siehe auch Plischka, Sicherheitsrecht, S. 107/108 und OVG Münster (ET 1975, 220 (229)). Der VGH Bad. Württ. stellte fest (DVBl 1976, 538), "daß sich die Risikobeurteilung nach dem Ausmaß des denkbaren Schadens und der Wahrscheinlichkeit seines Eintritts richtet". Es ist gefestigte Rechtsprechung: Je höher das Risiko ist, desto höher müssen die Sicherheitsanforderungen sein. Siehe hierzu auch H. Albers, DVBl 1978, 22 (23)

Insbesondere besteht in der Rechtsprechung zur Zeit kein Konsens darüber, ob Tatbestände mit gleichem Risikowert gleich behandelt werden müssen, also vergleichbar sind.

Das heißt konkret:

Ist ein sehr unwahrscheinlicher Schadenstyp mit katastrophalem Schadensausmaß genauso einzuschätzen, wie ein Schadenstyp, dessen Schadensausmaß zahlenmäßig um mehrere Größenordnungen geringer ist, die Eintrittswahrscheinlichkeit aber um eben diese Größenordnung höher ist. ¹⁴⁾

Oder anschaulicher:

Ist das Risiko eines GAU's beim Betrieb von Kernkraftwerken mit dem Risiko einer Krebserkrankung durch Rauchen einiger Zigaretten gleichzusetzen, wenn sich in beiden Fällen mit Hilfe mathematischer statistischer Berechnungen der gleiche Risikowert ergibt? Ist diese Gleichsetzung - genau besehen - eine unzulässige statistische Verallgemeinerung?

Sollte man deshalb an den römischen Rechtsgedanken erinnern: "Judex non calculat"?

14) Das VG Karlsruhe stellte hierzu fest: "daß eine allenfalls denkbare Katastrophe im Bewußtsein ihrer nahezu sicheren Vermeidbarkeit nicht mehr als Bedrohung empfunden werden kann". (ET 1978, 606 (610)). Es will sich damit bewußt von der Auffassung des VG Freiburg (NJW 1977, 1645 = ET 1977, 626/631) absetzen, das in Sachen "Wyhl" den kompletten Ausschluß eines nuklearen Ereignisses fordert, wenn es katastrophale Schadensausmaße haben könnten: "... die sehr geringe Wahrscheinlichkeit der Schadenskette 'Bersten des Druckgefäßes' muß angesichts der möglichen Schadenshöhe auf Null reduziert werden".

3.) Plan der Untersuchung

a) Zielsetzung

In der vorliegenden Untersuchung geht es um folgende Fragen:

- Inwieweit und an welchen Stellen kann die rechtliche Gefahrenbeurteilung von technischen Anlagen durch die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung wesentlich verbessert werden?
- Sind Wahrscheinlichkeitsberechnungen bei der rechtlichen Gefahrenbeurteilung technischer Anlagen erforderlich?

Diese Untersuchung über Zweckmäßigkeit und Erforderlichkeit von Wahrscheinlichkeitsberechnungen für die rechtliche Gefahrenbeurteilung hat nur dann einen Sinn, wenn grundsätzlich akzeptiert wird, daß Risiken nicht absolut ausgeschlossen werden können. Diese Voraussetzung ist notwendig, weil bei der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Untersuchung von Schadensmöglichkeiten stets eine - wenn auch noch so kleine - Wahrscheinlichkeit für Schadensfälle rechnerisch abgeschätzt werden kann.

Hinsichtlich dieser Voraussetzung kann aber von dem in der Rechtsprechung nahezu einhellig vertretenen Standpunkt ausgegangen werden, daß generell - und damit auch bei der Nutzung der Kernenergie - die Hinnahme einer nicht vollkommen auf Null reduzierten Wahrscheinlichkeit für einen

Schadenseintritt grundsätzlich zulässig ist.¹⁵⁾ Bei der Prüfung des Atomgesetzes (AtG) lehnte das Bundesverfassungsgericht¹⁶⁾ ausdrücklich die Forderung einer absoluten Sicherheit ab und stellte im Beschluß vom 8. August 1978 fest, daß § 7 Abs. 1 und Abs. 2 AtG mit dem Grundgesetz (GG) vereinbar sind, weil Ungewißheiten über einen Schadenseintritt, die ihre Ursachen in den Grenzen des menschlichen Erkenntnisvermögens haben, unentrinnbar zu tragen sind. Sie liegen jenseits der Schwelle praktischer Vernunft.

Damit bestehen gegen die Zulässigkeit auch des nuklearen Risikos bei Beachtung der Vorschriften des Atomgesetzes und der dazu erlassenen Verordnungen grundsätzlich keine höchstrichterlichen Bedenken. Auf dieser Grundlage ist es deshalb möglich, über die Zweckmäßigkeit oder gar Notwendigkeit der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die sicherheitsrechtliche Gefahrenbeurteilung am Beispiel von kerntechnischen Anlagen nachzudenken.

15) Eine differenzierte Auseinandersetzung hierzu vom Bay. VGH (Entscheidung abgedruckt in ET 1979, 583 ff). Das VG Karlsruhe (ET 1978, 606 (609)) weist darauf hin, daß das VG Freiburg (ET 1977, 626 (634)) u. NJW 1977, 1645) auch in der Entscheidung über KKW Wyhl davon ausgeht, daß dem Atomgesetz nicht die Verpflichtung zum totalen Schutz gegen jede denkbare Gefahrenlage zu entnehmen ist.

16) BVerfGE 49, 89 (1979) = ET 1979, 40

b) Vorgehen

Die vorliegende Untersuchung der Bedeutung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Gefahrenbeurteilung im Technischen Sicherheitsrecht beschreitet einen unkonventionellen Weg.

Dieser folgt aus dem Bestreben, naturwissenschaftliche Erkenntnisse und juristische Bewertungen zusammenzusehen.

Das Thema gebietet ein derartiges Vorgehen. Es geht schließlich um die Bedeutung eines naturwissenschaftlichen Instrumentariums (Wahrscheinlichkeitsrechnung!) für die rechtliche Seite bei der Beurteilung von technischen Gefahren.

Es ist jedoch nicht beabsichtigt, juristische Stellungnahmen und naturwissenschaftliche Forschungsergebnisse lediglich nebeneinanderzustellen und jeden Teil für sich darzulegen, so daß sich die Zusammenschau darin erschöpfen würde. Eine derartige Zusammenschau würde dem Leser nur zumuten, hier - mehr oder weniger umfassend dargelegt - nachzulesen, was andere Autoren schon früher formuliert haben.

Lediglich im ersten Teil wurde der technische und rechtliche Hintergrund der Untersuchung in groben Zügen skizziert und nebeneinandergestellt (1. und 2. Kapitel). Dadurch sollen jedoch nur der naturwissenschaftlich-technische und der juristische Themenbereich der Untersuchung abgesteckt werden.

Die angestrebte Zusammenschau selbst konzentriert sich aber nur auf den Teil der Thematik, in dem die Ergebnisse der Naturwissenschaft die Wertungen der Jurisprudenz stützen. Die Untersuchung will damit aufzeigen, welche juristischen Theorien bzw. Stellungnahmen zur Kausalität und zum Gefahrenbegriff sich auf naturwissenschaftliche Erkenntnisse berufen können. Insbesondere soll dargelegt werden, welches von der Jurisprudenz entwickelte Bewertungssystem bei der Bestimmung einer Gefahr (im Technischen Sicherheitsrecht) den naturwissenschaftlich gefundenen Fakten am ehesten gerecht wird.

Der Einstieg in diese Untersuchung erfolgt über die im Atomrecht entfachte Diskussion zur probabilistischen Beurteilung der technischen Sicherheit (3. Kapitel) und über die dadurch entstandenen Beurteilungsprobleme in atomrechtlichen Gerichtsentscheidungen (4. Kapitel). Die Untersuchung selbst wird mit Hilfe einer triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung durchgeführt und bemüht sich um eine naturwissenschaftlich-juristische Zusammenschau (5. und 6. Kapitel).

Der Gewinn dieser Zusammenschau liegt aber weniger darin, daß ein neues Bewertungssystem angeboten wird, als in dem Nachweis, welche von der Jurisprudenz entwickelte Theorie für die Bewertung einer Gefahr gerade die Tatsachen, auf die es bei der präventiven sicherheitsrechtlichen Gefahrenbeurteilung ankommt, möglichst vollständig und nachweisbar richtig erfaßt. Somit werden diejenigen Tendenzen in der Jurisprudenz unterstützt, die bei der Bestimmung von Gefahr naturwissenschaftlich erkannten Tatsachen gerecht werden. Der rechtliche Gefahrenbegriff wird nicht verändert, sondern es wird dargelegt, wie er in Übereinstimmung mit naturwissenschaftlich erkannten Gegebenheiten auszulegen und anzuwenden ist.

Die damit verbundene Selektion der juristischen Stellungnahmen rechtfertigt sich dadurch, daß das präventive Gefahrurteil im Technischen Sicherheitsrecht nicht so sehr von einer subjektiv geprägten Wertungsfrage abhängt als vielmehr davon, daß die Tatsachen, auf die es ankommt, möglichst vollständig und nachweisbar richtig erfaßt werden. Bei der präventiven Gefahrenbeurteilung im Technischen Sicherheitsrecht besteht - bekanntlich - das Schutzziel darin, Schäden zu verhindern. Dies wird aber nicht dadurch erreicht, daß juristische Formeln gefunden werden, die lediglich die Be-

fürchtungen und Ängste der Mitglieder der Rechtsgemeinschaft zerstreuen oder daß "schöne" Bewertungssysteme, die vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus die Sicherheit nicht gewährleisten können, aufgestellt werden. Bei der präventiven Gefahrenbeurteilung kommt es vielmehr vor allem darauf an, Rechtsnormen zu finden, die auf eine naturwissenschaftlich fundierte Klärung des Tatbestandes und auf eine naturwissenschaftlich sachgerechte Abwehr von Schadensmöglichkeiten abzielen. ¹⁷⁾ Die Welt der Technik wird durch beschwichtigende oder die rechtliche Bewertung vereinfachende Formeln ¹⁸⁾ nicht sicherer, sondern durch sachgerechte Schadensabwehrnormen.

Dem präventiven Schutzziel der sicherheitsrechtlichen Gefahrenbeurteilung entsprechend sind insbesondere diejenigen juristischen Stellungnahmen zum Kausalitätsproblem und dem Gefahrenbegriff für die vorliegende Untersuchung bedeutsam, die vom Präventionsgedanken der Gefahrenbeurteilung durchdrungen sind. Deshalb konnten nur einige der vielen Stellungnahmen zur Gefahr und Kausalität aus dem Straf- und Haftungsrecht verwertet werden, da hier die Verhütung von Schäden nur Nebenzweck ist. Insbesondere erfolgt hier die Auseinandersetzung mit dem Kausalitätsproblem und dem Gefahrenbegriff

17) Die Unsicherheit darüber, ob etwas im Gemeinwohl liegt, ist häufiger dem fehlenden Tatsachenwissen als unterschiedlichen Wertungen zuzuschreiben. Mit diesem Argument würdigt H.H. von Arnim (Volkswirtschaftspolitik, S. 52) die empirischen Methoden in der Volkswirtschaft für die Jurisprudenz. Ich schließe mich hier diesem Argument bezüglich des Verhältnisses von Naturwissenschaft und Jurisprudenz bei der präventiven Gefahrenbeurteilung an. In diese Richtung geht auch die in BGHSt 18, 272 zitierte Entscheidung des Bundesgerichtshofs: "Der Begriff der 'Gefahr' ... ist... überwiegend tatsächlicher, nicht rechtlicher Natur (vgl. Rspr RGSt 6, 98, 99; vgl. auch RGSt 30, 178, 179; BGHSt 3, 394; BGHSt 8, 28, 31)"

18) Es ist sicher einfacher, nach allgemeiner Lebenserfahrung zu urteilen; bei komplexen neuen technischen Gefahrenquellen kann das aber tödlicher Leichtsinns sein. Wegen der Komplexität des Sachverhaltes müssen hier naturwissenschaftlich fundierte empirische Methoden die allgemeine Lebenserfahrung ersetzen.

in der Regel aus einer Rückschau und dient vordringlich der Klärung von Problemen der Zurechnung eines bereits eingetretenen Schadens und erst in zweiter Linie zu dessen Verhütung.

So kommt z.B. W. Lanz ¹⁹⁾ - im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung (siehe Abschnitt 5.B.III., S. 110 ff) - zur Ablehnung der Adäquanztheorie, weil er sie - so meine ich - nur aus der Rückschau der Haftung für Schäden und aus der Sicht der damit verbundenen Zurechnungsprobleme beurteilt. Hierbei kommt noch hinzu, daß er die Adäquanztheorie auch nur als Einschränkung der Äquivalenztheorie ansieht, weil er der Meinung ist, daß die *conditio-sine-qua-non*-Formel dem naturwissenschaftlichen Kausalitätsverständnis entspricht. Demgegenüber wird die vorliegende Untersuchung zeigen, daß die Äquivalenztheorie auf einem überholten naturwissenschaftlichen Denken des 19. Jahrhunderts beruht, das in seiner damals allgemein gültigen Form von der heutigen Naturwissenschaft abgelehnt wird.

19) W. Lanz, Alternativen zur Lehre vom adäquaten Kausalzusammenhang, Bern, Frankf./M., 1974. In der vorliegenden Untersuchung wird bei der Aufstellung eines Adäquanzkriteriums für die Ursächlichkeit von Schäden hinsichtlich der Bedeutung subjektiver Wertungen auf eine Arbeit von M.R. Will (Quellen erhöhter Gefahr, Münchener Universitätsschriften, Bd. 42, München, 1980) näher eingegangen. Auch diese Untersuchung ist im übrigen ein weiteres Beispiel dafür, daß im Haftungsrecht die Behandlung von Kausalitätszusammenhängen und Gefahren rückblickend vor allem zur Klärung der Zurechenbarkeit eines eingetretenen Schadens erfolgt.

ERSTER TEIL

BESTANDSAUFNAHME UND PROBLEMLAGE:

Die gegenwärtige Rolle von Wahrscheinlichkeitsberechnungen bei der Beurteilung der Sicherheit technischer Einrichtungen

1. Kapitel

Technischer Hintergrund:

Methodik, Bewertung sowie Anwendung der probabilistischen Betrachtungsweise in der Technik

A) Die probabilistische Methodik im Vergleich zur deterministischen Methodik

Bei der Sicherheitsbeurteilung technischer Anlagen kann man einen deterministischen oder einen probabilistischen Standpunkt beziehen. ¹⁾

1) Zur Unterscheidung zwischen Determinismus und Indeterminismus R. Kuhlen/C.H. Seidel/Tsouyopoulos N./Frey G. in Hist. Wb. Philos. 2, S. 150 ff. Begriffserklärungen von "Determinismus" bzw. "Probabilismus" finden sich auch in: Der Große Brockhaus (Ausgabe 1953-1956); Brockhaus Enzyklopädie, Wiesbaden 1972; Meyers Enzyklopädie, Mannheim 1977; Philosophisches Wörterbuch, Hrsg. G. Klaus und M. Buhr, 11. Aufl., Stuttgart 1974; R. Risler, Wörterbuch der philosophischen Begriffe II, Berlin 1929. "Determinismus" ist danach die Lehre von der eindeutigen Bestimmtheit allen Geschehens durch Ursachen. "Probabilismus" ist dagegen die Auffassung, daß absolute Gewißheit über die Dinge und Geschehensabläufe in der Welt nicht erreichbar ist und sich deshalb das Denken und Handeln des Menschen nur auf Wahrscheinlichkeiten stützen kann.

Bei der Beurteilung vom deterministischen Standpunkt aus werden Gesetzmäßigkeiten zugrunde gelegt, die eindeutige Zusammenhänge zwischen Ursachen und Wirkungen darstellen. Auf diese Weise können Ursachen für unerwünschte Ereignisabläufe eindeutig erkannt werden. Bei der Beurteilung vom probabilistischen Standpunkt aus werden Gesetzmäßigkeiten zugrunde gelegt, die zwischen Ursachen und dem Eintreten einzelner Wirkungen Wahrscheinlichkeitsangaben machen. Mit Hilfe solcher Wahrscheinlichkeitszusammenhänge kann auf der Basis von statistischen Daten abgeschätzt werden, mit welcher Häufigkeit unerwünschte, schadensträchtige Ereignisabläufe in einer technischen Anlage möglich sind.²⁾

I.) Die Methodik der deterministischen Betrachtungsweise

1.) Das methodische Prinzip und seine Zielsetzung

Man spricht von deterministischer Betrachtungsweise, wenn man prüft, ob bestimmte Bedingungen und Ursachen vorliegen, die zwangsläufig aufgrund von Naturgesetzen zum Eintritt eines unerwünschten Ereignisses führen werden, falls keine Vorkehrungen dagegen getroffen werden. Ziel dieser Betrachtungsweise ist der eindeutige und deshalb über-

2) G.M. Jouris hat die probabilistische Methode der Sicherheitsbeurteilung mit der deterministischen Methode verglichen, Nucl. Eng. a. Des. 50 (1978), S. 169 (170). Er weist darauf hin, daß die deterministische Methode auf die Frage antwortet: Treten unter bestimmten Bedingungen ganz bestimmte gefährliche Ereignisse auf? Dagegen frage man bei der probabilistischen Methode: Wie wahrscheinlich ist es, daß das gefährliche Ereignis eintritt? Letztere Frage sei vernünftiger.

zeugende Nachweis, daß bestimmte Zustände, Vorkommnisse und Abläufe im Gesamtsystem ausgeschlossen sind und deshalb ein bestimmungsgemäßer Betrieb der Anlage gewährleistet ist.

Tatsächlich können jedoch nur einige Teilfragen der sicherheitstechnischen Beurteilung mit Hilfe eindeutiger gesetzmäßiger Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung beantwortet werden.

So kann man z.B. deterministisch sicherstellen, daß die Wassermenge, die bei einem Kühlmittelverluststörfall im Kernreaktor infolge eines bestimmten Rohrbruches zusätzlich zur Notkühlung des Reaktorkerns einzuspeisen ist, ausreicht. Das ergibt bestimmte Anforderungen an die Abmaße der bereitstehenden Wasservorratsspeicher. Ebenso muß sich auch die Beschaffenheit der Notkühlpumpen nach den Anforderungen in diesem konkreten Störfall richten. Insbesondere muß ihre Fördermenge danach ausgelegt sein. Ebenfalls läßt sich mit Hilfe eindeutiger gesetzmäßiger Zusammenhänge - also deterministisch - bestimmen, ob in dem konkreten Kühlmittelverluststörfall die Temperaturen in den Hüllen der Brennstäbe 1200°C nicht überschreiten. Entsprechend kann beurteilt werden, ob der Auslegungsdruck und die Auslegungstemperatur des Sicherheitsbehälters durch den bei diesem konkreten Störfall aus dem Primärsystem ausströmenden Wasserdampf überschritten wird.³⁾ Mit Hilfe von Experimenten wird in der Reaktorsicherheitsforschung die Kenntnis über die eindeutigen gesetzmäßigen

3) Einzelheiten wurden auf dem 3. GRS-Fachgespräch in München 1979, "Analyse von Kühlmittelverluststörfällen heute" behandelt (GRS-16 Bericht). Es wurden deterministische Untersuchungen zum Problem der Gewährleistung der Kernkühlung in Störfällen (durch Systeme zur Notkühlung des Reaktorkerns) vorgestellt.

Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung in kerntechnischen Anlagen laufend erweitert und damit die Basis der deterministischen Betrachtungsweise ständig verbreitert. ⁴⁾

Im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren sind deterministische Nachweise für den Ausschluß eines ganzen Spektrums von sogenannten Auslegungsstörfällen zu erbringen. ⁵⁾ Dazu muß anhand eindeutiger gesetzmäßiger Zusammenhänge untersucht werden, ob ein kritischer Zustand in der Anlage unter den spezifischen Bedingungen entstehen kann. ⁶⁾ Oberstes Ziel

-
- 4) Hier sei etwa auf die Aktivitäten des "Projektes Nukleare Sicherheit (PNS)" der Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe, hingewiesen. Die Ergebnisse werden in "PNS-Jahreskolloquium" jährlich veröffentlicht. Die jährlichen GRS-Fachgespräche behandeln u.a. ebenfalls die Genauigkeit und Aussagefähigkeit von Rechenmodellen zur deterministischen Überprüfung spezieller Sicherheitseinrichtungen, z.B.: 2. GRS-Fachgespräch 1978 über Sicherheitsbehälter; 3. GRS-Fachgespräch 1979 zur Notkühlung. Seipel et al. geben in Nucl. Saf. 18, 727 einen Überblick über die Zusammenarbeit der deutschen Reaktorsicherheitsforschung mit dem Ausland (Stand Dez. 1977), ebenso der Vortrag von H. Seipel auf dem 3. GRS-Fachgespräch 1979. So werden z.B. Versuche zur Wiederauffüllung des Reaktordruckbehälters bei Kühlmittelverlust durchgeführt. Dabei wird der gesamte Primärkreislauf eines Druckwasserreaktors (DWR) im Versuch nachgeahmt, d.h., es wird mit dem ganzen Primärsystem eines DWR bestehend aus Reaktordruckbehälter einschließlich Brennstäbe, Rohrleitungen, Dampferzeuger und Pumpen experimentiert. Dazu auch K. Wiehr et al. in PNS-Jahreskolloquium 1977 oder G.D. McPherson, 3. GRS-Fachgespräch 1979.
- 5) Auslegungsstörfälle sind unerwünschte Ereignisse im Kernkraftwerk, deren Eintritt durch die entsprechende Auslegung der Komponenten, Einzelsysteme etc. bei der Errichtung der Anlage verhindert werden soll. Vgl. auch die Beschreibung von Auslegungsstörfällen in FN 9 des 8. Kapitels. In den "Sicherheitskriterien für KKW" (1977) wird verlangt, die Systeme so auszulegen, daß Störfälle als Folge von anomalen Betriebszuständen mit ausreichender Zuverlässigkeit vermieden werden bzw. Maßnahmen zur Beherrschung von Störfällen zu treffen sind (Abschnitt 1, Kriterium 1.1.). Dies ist eine umfassendere Forderung als die einseitige Ausrichtung auf den größten anzunehmenden Unfall (GAU).
- 6) Vergleiche die Beschreibung des "deterministic approach" von G.M. Jouris, a.a.O. Sein Ansatz für den "deterministic approach" wurde bereits in FN 2 zitiert.

dieser Untersuchung ist der eindeutige Nachweis, daß selbst bei der Zerstörung von Aktivitätsbarrieren die verbleibenden Barrieren die radioaktiven Stoffe zurückhalten.

2.) Ergebnis und Bedeutung einer deterministischen Beurteilung

Im positiven Fall erhält man als Ergebnis der deterministischen Überprüfung der Sicherheit einer technischen Einrichtung folgende Aussage:

Anhand eindeutiger gesetzmäßiger Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung in der technischen Anlage als Gesamtheit mit allen Sicherheitsvorkehrungen, -einrichtungen und -systemen ist nachgewiesen, daß allen praktisch möglichen Störfällen wirksam begegnet wird. Dieser Nachweis gewährleistet, daß Schäden in der Umgebung praktisch ausgeschlossen sind. 7)

Die Betriebserfahrung mit Kernkraftwerken, bei deren Genehmigung - wie bereits erwähnt - ein derartiger deterministischer Nachweis gefordert wird, bestätigt, daß auf diese Weise ein hohes Sicherheitsniveau erreichbar ist: In den ca. 25 Jahren nuklearer Kernkraftwerkstechnologie sind lediglich einige Beinahe-Unfälle aufgetre-

7) Laut Breuer, DVBl 1978, 829 (835), resultiert aus der deterministischen Betrachtungsweise ein Sicherheitszustand nach einem Standard praktischer Vernunft: "Ein Schadens Eintritt braucht nicht mehr in Betracht gezogen werden, wenn es aufgrund der getroffenen Vorsorgemaßnahmen und des Erkenntnisstandes der führenden Naturwissenschaftler und Techniker praktisch nicht vorstellbar ist, daß ein bestimmtes Schadensereignis eintritt". Das Bundesverfassungsgericht hat diesen Standpunkt in seiner Entscheidung von 1978 (siehe FN 16 zur Einführung) bekanntlich aufgegriffen!

ten,⁸⁾ jedoch kein Unfall mit nachweisbaren, bedeutenden Schäden in der Umgebung. Das spricht für die deterministische Beurteilungsmethode.

II.) Die Methodik der probabilistischen Betrachtungsweise

Der im vorhergehenden Abschnitt geschilderte deterministische Sicherheitsnachweis beläßt eine unausräumbare Unge-
wißheit darüber, ob alle Sicherheitsvorkehrungen im Ernst-
fall auch tatsächlich verfügbar sind.

1.) Das methodische Prinzip und seine Zielsetzung

Da man empirisch ermitteln kann, mit welcher Häufigkeit einzelne Komponenten und Sicherheitssysteme der Anlage zu-
fällig versagen bzw. ausfallen, ist eine Verkettung von die-
sen zufälligen Ereignissen zu einem Schadensfall denkbar.
Diese Möglichkeit kann grundsätzlich nicht restlos ausge-
räumt werden. Auch mehrfach vorhandene Schutzeinrichtungen
bzw. mehrstufige und diversitäre Vorkehrungen können

8) Weltweit gesehen liegen inzwischen Betriebserfahrungen von mehr als 2000 Reaktorbetriebsjahren vor, ohne daß Menschen aus der Bevölkerung zu Schaden gekommen sind, noch sind größere Unfälle mit spürbaren Auswirkungen auf die Umgebung aufgetreten (E. Münch, Tatsachen über Kernenergie, 1980). Eine Übersicht über die besonderen Vorfälle in KKW der BR Deutschland von 1965 - 1976 findet sich in "Berichte und Dokumentation der Bundesregierung zur friedlichen Nutzung der Kernenergie", S.335 ff (2. Aufl.); in den "GRS-Kurzinformationen" sind in- und ausländische Störfälle dokumentiert worden. D. Smidt (in: Reaktorsicherheitstechnik, Berlin/Heidelberg/New York, 1979) hat die sicherheitstechnisch bedeutsamsten Vorkommnisse in Kernkraftwerken besprochen, unter ihnen als bisher bedeutsamsten Vorfall, den Störfall in der DWR-Anlage Three Miles Island II bei Harrisburg, Pa, am 28. 3. 1979. Die Bundesregierung informiert in jährlichen Übersichten über besondere Vorkommnisse in deutschen Kernkraftwerken (= Berichte des Bundesinnenministers über "Besondere Vorkommnisse in KKW der Bundesrepublik Deutschland" an den Innenausschuß des Deutschen Bundestages)

daran nichts ändern. 9) Bei der probabilistischen Betrachtungsweise untersucht man deshalb die Möglichkeit, ob die rein zufällig mit einer gewissen Häufigkeitsrate auftretenden Ausfälle bzw. Versagen von einzelnen Bauteilen oder Systemen einmal in einer Anlage so unglücklich zusammenreffen könnten, daß daraus ein Schaden entstehen könnte. Mit statistischen Untersuchungen und Wahrscheinlichkeitsberechnungen kann die Eintrittswahrscheinlichkeit solcher unerwünschten Ereignisse abgeschätzt werden. 9a)

In der Kerntechnik sind zum Beispiel Kernschmelzen oder Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung solche unerwünschten Ereignisse. Um die Eintrittswahrscheinlichkeit für diese Ereignisse zahlenmäßig abschätzen zu können, müssen zunächst einmal statistische Erhebungen zur Häufigkeit einzelner Ausfälle bzw. Versagensfälle für die einzelnen Bauteile vorhanden sein. 10) Die Betriebserfahrung mit

9) Wer absolute Sicherheit anstrebt, jagt einer Illusion nach. Dies ist bei keiner technischen Einrichtung der Fall (vgl. Breuer DVBl 1978, 829 (834)). Überall dort, wo man von Naturgesetzen Gebrauch macht (d.h. Techniken und Technologien entwickelt), kann nur die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses durch immer weitere Maßnahmen herabgesetzt werden (vgl. Blickle, im Tagungsbericht 1. Deutsches Atomrechtssymposium, 1973, S. 61 (62/63)). Keine Technik ist so perfekt, daß sie Störungen an den Bauelementen naturgesetzlich ausschließen könnte (vgl. D. Smidt, Reaktorsicherheitstechnik, Berlin/Heidelberg/New York, 1979, S. 6). Die Rechtsordnung kann angesichts dieser Tatsachen kein risikoloses Leben garantieren, d.h. niemand hat ein Recht auf risikoloses Leben, sondern nur ein Recht darauf, daß bestimmte Sicherheitseinrichtungen gegen denkbare Gefahren eingebaut werden (Thieme, NJW 1976, 705 (706)).

9a) Eine Einführung in die Verfahren und Methoden zur Erstellung solcher probabilistischen Analysen gibt Leonidas Camarinopoulos und Axel Becker in der Reihe KTG-Seminar, Bd. 2, "Zuverlässigkeits- und Risikoanalysen", Köln, Verlag TÜV Rheinland, 1983.

10) Ein Beispiel für diese Arbeit: H. Hammerschmidt et al., Ausfallraten ausgewählter Bauelemente und Geräte der Leittechnik, Dez. 1980, GRS-Bericht (GRS-A-530).

dem entsprechenden Anlagentyp ist hierbei eine wichtige Quelle. ¹¹⁾ Durch die dabei erhaltenen Kenntnisse über verschiedene Vorkommnisse und Betriebsstörungen können die statistischen Daten erarbeitet werden. Spezielle Versuche über das Ausfallverhalten einzelner Bauteile und Systeme ergänzen diese statistischen Erhebungen aus den Betriebserfahrungen. Durch internationale Zusammenarbeit können noch weitere Datenquellen erschlossen werden. ¹²⁾ So kann man schließlich eine tragfähige, empirisch ermittelte statistische Datenbasis erhalten.

Um das gefährliche Zusammentreffen einzelner Teilausfälle bzw. Teilversagensfälle abzuschätzen, konstruiert man wahrscheinlichkeitsmäßig denkbare Störfallabläufe bzw. Ereignisketten. Auch hierbei hilft wiederum die allgemeine Betriebserfahrung oder die theoretische Untersuchung aufgetretener Störfälle oder deren experimentelle Erforschung. Mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung werden auf der Basis des statistischen Datenmaterials die wahrscheinlichkeitsmäßig denkbaren Verkettungen einzelner Ausfälle und Versagenverhalten zahlenmäßig bewertet. Am Ende erhält man eine aus empirischen Untersuchungen von Teilausfällen theore-

11) Eine eindrucksvolle Methode zur Verarbeitung von Betriebserfahrungen: G. Meinlschmidt et al., Ermittlung von Zuverlässigkeitskenngrößen im KKW Biblis, Febr. 1981, GRS-Bericht (GRS-A-560).

12) Für die Deutsche Risikostudie könnte z.B. auf eine Reihe von amerikanischen Auswertungen der Betriebserfahrungen zurückgegriffen werden. Desweiteren wurden die erfaßten Vorkommnisse an deutschen Reaktoren einbezogen und darüber hinaus detaillierte Unterlagen für die KKW Biblis A und B ausgewertet (siehe E. Lindauer in Tagungsbericht: 1. GRS-Fachgespräch, München 1977). Sonstige Quellen, aus denen Daten bezogen werden: Industrie, Institute und Verbände, Tagungsberichte, Industrieverbände, Versicherungen, internationale Organisationen und Behörden.

tisch abgeleitete Häufigkeitszahl für Störfälle, durch die Dritte geschädigt werden könnten. ¹³⁾

2.) Ergebnis und Bedeutung einer probabilistischen Beurteilung

Das Ergebnis der probabilistischen Betrachtungsweise ist ein Zuverlässigkeitsurteil über die Anlagen eines bestimmten Typs (Typizitätsurteil). Es stützt sich auf Zusammenhänge zwischen Ursachen und Wirkungen, die wahrscheinlichkeitsmäßig erfaßt werden können. ¹⁴⁾

Die probabilistische Analysemethode konkretisiert die allgemeine menschliche Erkenntnis, daß trotz aller deterministischen Gewährleistung dennoch einzelne Sicherheitskomponenten und Systeme im Ernstfall nicht verfügbar sein könnten, so daß sich daraus ein für Dritte relevanter Schaden entwickeln könnte. Sie ist eine Analyse von denkbaren Möglichkeiten, die typischerweise latent in der Anlage versteckt liegen. Ob in einer konkreten Anlage tatsächlich einmal ein solcher zufälliger Ereignisablauf eintreten wird, bleibt jedoch ungewiß.

13) Zusammenfassende Darstellung und Bilanz der probabilistischen Analysen auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit von F.W. Heuser und A. Bayer, Grundzüge und Ergebnisse der Deutschen Risikostudie, atw 1980, 46.

14) Dazu werden statistisch ermittelte Nichtverfügbarkeitsdaten einzelner technischer Systeme und Komponenten in Anlagen des betrachteten Typs rechnerisch ausgewertet.

III.) Zusammenfassender Vergleich

Mit der deterministischen Betrachtungsweise kann, gestützt auf eindeutige gesetzmäßige Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung, nachgewiesen werden, daß die technischen Sicherheitsvorkehrungen ihre Aufgabe im Gesamtsystem wirksam erfüllen und Schäden für Dritte praktisch ausgeschlossen sind.

Die verbleibende, nicht ausräumbare Unsicherheit über die bestimmungsgemäße Funktion der Sicherheitsvorkehrungen im Ernstfall kann mit der probabilistischen Betrachtungsweise näher untersucht werden, so daß Urteile über die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems gefällt werden können. Hierfür stützt man sich auf empirisch ermittelte statistische Daten und Zusammenhänge, welche die Ursache-Wirkungs-Beziehung wahrscheinlichkeitsmäßig erfassen. Die auf dieser Grundlage ermittelten quantitativen Größen bezeichnen den Grad der Zuverlässigkeit des installierten Gesamtsystems.

B.) Bewertung der gegenwärtigen probabilistischen Analysemethoden

I.) Besonders herausragende Eigenschaften

Die gegenwärtigen probabilistischen Analysemethoden (die vor allem in der Kerntechnik angewendet werden) zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Objektivität

Die Ermittlung der Schadenshäufigkeit (bzw. Eintritts-

wahrscheinlichkeit) und der Schadenshöhe sind grundsätzlich unabhängig vom Anwender der Methode, da sie auf mathematischen Verfahren beruhen. Die Anwendung ist prinzipiell erlernbar. Im Hinblick auf die Durchführbarkeit muß sich der Anwender zwar einzelne Beschränkungen (z.B. Vereinfachung der Analyse durch Beschränkung auf die technisch relevanten Abläufe) auferlegen, die Methode selbst ist aber frei von subjektiven Ermessensentscheidungen.

- Vergleichbarkeit

Schadenshäufigkeit, Schadenshöhe bzw. Risikozahl (d.i. Produkt aus Schadenshäufigkeit und Schadenshöhe) sind Größen, nach denen die technischen Systeme in einer Rangreihe geordnet werden können. Dadurch werden die einzelnen Systeme hinsichtlich ihrer Sicherheit vergleichbar.

- allgemeine Anwendbarkeit

Die Methoden sind im Prinzip auf beliebige technische Systeme anwendbar.

- umfassende Analyse

Durch die Aufstellung von Fehlerbäumen und Ablaufdiagrammen (Ereignisbaum) kann prinzipiell erreicht werden, daß alle wesentlichen Faktoren, die die Sicherheit des technischen Systems beeinflussen, erfaßt werden. Schwierigkeiten macht hierbei allerdings die Bewertung der menschlichen Handlungsweisen, da sie nicht in ein starres Schema gepreßt werden können. Die Wahrscheinlichkeitsbewertung muß sich hier mit Abschätzungen zum Beispiel über die Häufigkeit der Abweichungen von planmäßigen Bedienungs- und Überwachungshandlungen helfen. Wenn der Einfluß des menschlichen Fehlverhaltens durch Auslegung

und Betriebsweise weitgehend reduziert ist, genügt diese pauschale Bewertung. Unter dieser Voraussetzung können die ermittelten Zahlenwerte als repräsentativ für die technisch bedingte Sicherheit des Systems angesehen werden.

- Überprüfbarkeit

Die Ergebnisse der probabilistischen Methoden sind prinzipiell der empirischen Nachprüfung zugänglich.

- Durchführbarkeit/Praktikabilität

Die bereits durchgeführten Risikostudien für Kernkraftwerke zeigen, daß der Zeitaufwand vertretbar ist, wenn es um die Kontrolle und Durchsetzung höchster Sicherheitsanforderungen geht. Technische Kontrolle und Schwachstellensuche werden effizienter. Der wirtschaftliche Aufwand ist angemessen, wenn die Möglichkeit großer Unfallschäden zur Diskussion steht.

A. Tietze ¹⁵⁾ hat in der Zeitschrift der Technischen Überwachungsvereine Kriterien für nutzbringende Methoden zur Bestimmung eines Sicherheitsgrades komplexer technischer Systeme veröffentlicht. Seine Kriterien lauten:

Objektivität und Vergleichbarkeit	
Allgemeine Anwendbarkeit	} Allgemeingültigkeit
Repräsentativität (einschließlich menschlicher Faktoren)	
Empirische Validität	= Überprüfbarkeit
Prognostische Effizienz	} Praktikabilität
Ökonomie	

Diese Kriterien werden - wie oben dargelegt - durch die probabilistischen Analysemethoden erfüllt. Danach erweisen

15) A. Tietze, Über die Möglichkeit zur Bestimmung eines Sicherheitsgrades komplexer technischer Systeme, TÜ 17 (1976), S. 119

sich diese Analysen für eine Verwendung bei der Sicherheitsbeurteilung von komplexen technischen Systemen als geeignetes methodisches Instrumentarium.

II.) Besonders hervorzuhebende Möglichkeiten

Probabilistische Analysen sind außerdem auch dazu geeignet, den technischen Erfahrungsschatz voll bis an die Grenze des Erfahrungsbereichs auszuschöpfen. Gerade bei Neuentwicklungen ist die Möglichkeit, alle verfügbaren Daten zu erfassen, besonders wertvoll; denn hier besteht noch kein über viele Generationen von Ingenieuren gewachsener und in technische Regeln gefaßter Erfahrungsschatz. ¹⁶⁾ Durch die wahrscheinlichkeitsmäßige Verarbeitung einer umfangreichen statistischen Datenbasis werden dem Ingenieur eine Menge wichtiger Erfahrungen für eine Neuentwicklung aufbereitet und zugänglich.

Dieser analytische Weg verkürzt des weiteren den langwierigen Weg über die empirische Feststellung der Schadensträchtigkeit; d.h., der über viele Opfer führende Weg wird weitgehend vermieden. Bei den komplexen technischen Großanlagen ist die Schadensträchtigkeit nicht ohne weiteres überschaubar. Dieser Umstand verbietet eine rein empirische Feststellung der Schadenshäufigkeit und Schadenshöhe. Dies dürfte ein wesentlicher Grund dafür sein, daß gerade in der Kerntechnik die Möglichkeit der Schadensabschätzung mit probabilistischen Analysen besondere Bedeutung erlangt hat.

¹⁶⁾ Diese Ansicht vertritt nachdrücklich auch G. König, Wagnis und Sicherheit im Ingenieurbau, in: DAI-Zeitschrift, Heft 8/9 (1978), S. 6 ff.

C.) Gegenwärtige praktische Bedeutung der probabilistischen Analysemethoden in der TechnikI.) Typische Anwendungsformen probabilistischer Methoden in der Technik

Die probabilistischen Methoden sind bereits wissenschaftlich tief durchgedrungen.¹⁷⁾ Es gibt ausführliche wissenschaftliche Darstellungen über diese Methoden.¹⁸⁾

Es lassen sich drei Typen unterscheiden:

- Der erste Typ kann als probabilistische Systemanalyse (Systemzuverlässigkeitsanalyse),

17) Kritische wissenschaftliche Würdigung der probabilistischen Methoden von G.W. Parry und P.W. Winter, Characterization and Evaluation of Uncertainty in Probabilistic Risk Analysis, Nucl. Saf., Vol 22, No 1, S. 28 (1981)

18) Siehe etwa U. Höfle-Isphording, Zuverlässigkeitsrechnung, Berlin/Heidelberg (1978) oder Apostolakis, Garribba and Volta, Synthesis and Analysis Methods for Safety and Reliability Studies, Plenum Press 1980. Siehe auch Darstellungen der probabilistischen Methoden im konstruktiven Ingenieurbau in Heft 25/26, Konstr. Ing. B., 1976. - Unter dem Titel "Technische Zuverlässigkeit und ihre wirtschaftliche Bedeutung" hat der VDI (Verein Deutscher Ingenieure) in Fortschr.-Ber. VDI-Z, Reihe 16, Nr. 5 (1975) eine Übersicht über die probabilistische Methode zur Bestimmung der technischen Zuverlässigkeit von technischen Anlagen gegeben. Über den Entwicklungsstand vor allem in der Kerntechnik informieren P. Kafka, G. Zips, Ausgewählte Methoden für Risiko- und Zuverlässigkeitsanalysen, GRS-A-435-Bericht (1980). Einen Überblick über Stand, Ergebnisse und Einordnung des neu entstandenen Forschungszweiges gibt J. Conrad, Zum Stand der Risikoforschung, Battelle-Bericht (BF - F - 63.012 - 100/3 (1978)). Siehe auch die anschauliche Darstellung der Grundlagen dieses Wissenschaftszweiges von H. Freudenthal, Wahrscheinlichkeit und Statistik, München/Wien 1975 (3. Auflage). - Von der amerikanischen Atomenergiebehörde NRC wurde als Anleitung zur Durchführung von probabilistischen Risikoanalysen ein zweibändiges Handbuch veröffentlicht: PRA PROCEDURE GUIDE, NUREG/CR 2300, Vol 1 u. 2 (US-NRC, Jan. 1983). Das Handbuch ist eine breit angelegte Darstellung des Kenntnisstandes und gibt präzise Empfehlungen für die Praxis.

- der zweite Typ als probabilistische Strukturanalyse (Strukturzuverlässigkeitsanalyse) und
- der dritte Typ als stochastische Werkstoffanalyse bezeichnet werden.

Überall, wo Materialfragen die Zuverlässigkeit der technischen Anlagen wesentlich mitbestimmen, ermöglicht die erwähnte stochastische Werkstoffanalyse eine optimale Werkstoffwahl. Des weiteren hilft sie bei einer darauf aufbauenden analytischen Bestimmung der Wahrscheinlichkeit von Ermüdungsbrüchen für das aus dem verwendeten Werkstoff hergestellte Bauteil. Die probabilistische Strukturanalyse als weitere Analysemethode dient dazu, die Versagenswahrscheinlichkeit eines bestimmten Bauteils aufgrund aller Versagensmechanismen zu ermitteln. Schließlich bestimmt man mit der probabilistischen Systemanalyse die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls des Gesamtsystems bestehend aus einer Vielzahl von Bauteilen. Hierbei wird aus den ermittelten Ausfallwahrscheinlichkeiten (bzw. Versagenswahrscheinlichkeiten) der einzelnen Bauteile die Ausfallwahrscheinlichkeit des Gesamtsystems berechnet.

Die drei methodisch unterschiedlichen probabilistischen Analysen greifen folglich ineinander und ergänzen sich zu einer umfassenden probabilistischen Zuverlässigkeitsanalyse.

II.) Einzelne Anwendungsbereiche für probabilistische Methoden in der Technik

Probabilistische Methoden werden im Bauwesen, ¹⁹⁾ im Maschinenwesen ²⁰⁾ und in der Elektronik ²¹⁾ angewandt. Anstoß zu diesen Untersuchungen geben Fragen der Qualitätssicherung oder Fragen der Zuverlässigkeit einzelner technischer Bauteile bzw. Systeme. Dahinter stehen sowohl Wirtschaftlichkeitsüberlegungen als auch sicherheitstechnische Ziele.

Mit Ausnahme der probabilistischen Analysen für kerntechnische Einrichtungen wurden bisher probabilistische Untersuchungen von Versagensmechanismen bzw. Störfallabläufen

-
- 19) Guter Überblick über die Anwendung im Bauwesen bei A.M. Freudenthal und Schuëller, Risikoanalyse von Ingenieurtragwerken in Zeitschrift: Konstruktiver Ingenieurbau Heft 25/26 (1976). Zur laufenden Entwicklung: LKI-Berichte (Berichtsreihe des Laboratoriums für den konstruktiven Ingenieurbau (LKI), TU-München) zur Zuverlässigkeits- bzw. Sicherheitstheorie der Bauwerke seit 1972 fortlaufend.
- 20) Hier spielen stochastische Untersuchungen über die Festigkeit von bestimmten Werkstoffen eine wesentliche Rolle. Siehe z.B. W. Ziebart, K. Heckel, Bruchwahrscheinlichkeit von polykristallinem Aluminiumoxid unter statistischer Biege- und Zugbeanspruchung bei 800°C, Ber. Dr. Keram. Ges. 54 (1977) Nr. 11, 5370; W. Ziebart, K. Heckel, ein Verfahren zur Berechnung der Dauerschwingfestigkeit in Abhängigkeit von der Form und Größe eines Bauteils, VDI-Z-120 (1978), Nr. 14, 5677.
- 21) Während der Produktion, München 1977, hat man auf einer besonderen Seminarveranstaltung die Anwendung probabilistischer Methoden in Elektrotechnik und Elektronik umfassend behandelt. Seminarthema: "Qualität und Zuverlässigkeit in der Elektronik (QZE)". (Vortragssammlung beim IEZ Sekretariat, Münchner Messegesellschaft). Neuere Veröffentlichung des gleichen Autors: E. Schaefer, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit in der Elektronik, 1979.

für komplexe, technische Großanlagen kaum durchgeführt; das heißt auch, daß der probabilistisch-analytische Weg bei Großanlagen der chemischen Industrie bisher kaum beschritten wurde. 22)

In diesem Bereich vertraut man auf eine deterministische Überprüfung der Sicherheitsvorkehrungen, um festzustellen, ob diese ihre Schutzaufgabe wirksam versehen können. Gegebenenfalls wird mit deterministischen Auflagen die Sicherheit bzw. Zuverlässigkeit der Anlage verbessert. Die Zuverlässigkeitsfrage wurde bisher nicht probabilistisch quantifiziert. Erst durch das Vorgehen in der Kerntechnik, auch die Zuverlässigkeit der Schutzvorkehrungen zu quantifizieren und mögliche Schadensauswirkungen abzuschätzen, stellt man sich nunmehr im Bereich konventioneller Industrieanlagen ebenfalls die Aufgabe, Zuverlässigkeit und Schadensträchtigkeit konventioneller Anlagen quantitativ abzuschätzen. 23)

-
- 22) Ausnahmen sind: Die Vorstudie des TÜV-Rheinland (im Auftrag des Umweltbundesamtes). In der Vorstudie wird hinsichtlich Phosgenherstellung und -lagerung eine "Analyse möglicher Störfälle in industriellen Anlagen im Hinblick auf die Luftreinhaltung" durchgeführt (Bericht Nr. 77 10403552, 1978). Das Battelle-Institut untersuchte im Auftrag der schwedischen Energiebehörde das Risiko von Erdölausladung und -transport im Hafen von Göteborg (Bericht BF-R-63, 371-1, 1978). Im Auftrag der englischen Gesundheitsbehörde Health and Safety Executive wurde das Risiko der petrochemischen Industrieanlagen auf der Insel Canvey in der Themse abgeschätzt (Canvey-Studie), 1978.
- 23) So untersucht nun im Auftrag der Chemikergesellschaften DECHEMA und GVC ein spezieller Arbeitsausschuß "Risiko, Schadensanalyse, Zuverlässigkeit" die Anwendung probabilistischer Methoden im Chemiebereich. Der Arbeitsausschuß gehört zum Ausschuß "Sicherheit in Chemieanlagen". Desweiteren hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung ein Forschungsvorhaben zur Risikoabschätzung chemischer Industrieanlagen durchführen lassen: "Quantitative Berechnung des Restrisikos von Anlagen der chemischen Industrie und der Prozeßindustrie - Eine kritische Überprüfung der Grundlagen und der Aussagekraft".

Allgemein kann man feststellen, daß mit dem Eindringen neuer technischer Verfahren, Komponenten bzw. Aufgaben in klassische Technologiebereiche die Anwendung probabilistischer Analysen einsetzt bzw. wesentlich verstärkt wird:

- Im Kraftfahrzeugwesen bedient sich zum Beispiel die moderne Unfallforschung bei der Prüfung neuer Sicherheitsvorkehrungen (z.B. Sicherheitsgurt) der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung. ²⁴⁾
- Im Eisenbahnwesen hat die Einführung moderner elektronischer Signal- und Steuerungstechnik die Anwendung probabilistischer Methoden zur Folge. Mit deren Hilfe wird untersucht, ob die sichere Fahrt der Züge im Schienennetz der Bundesbahn zuverlässig gewährleistet ist. ²⁵⁾
- In der konstruktiven Bautechnik wird an der Fortentwicklung der probabilistischen Methoden intensiv gearbeitet. ²⁶⁾
- Neuerdings wird die Beurteilung der Zuverlässigkeit von Tragwerken für besondere Zwecke, wie Fernsehtürme oder Ölbohrtürme auch mit probabilistischen Methoden angegangen. ²⁷⁾
- Im Flugzeugbau schließlich sind probabilistische Methoden oft der einzig gangbare Weg zur Bestimmung von Ermüdungsfestigkeiten bzw. zu der daraus möglichen Be-

24) Als Beispiel hierfür sei der Beitrag von Prof. M. Danner, Den Unfallursachen auf der Spur, in Beilage der Süddeutschen Zeitung Nr. 108 (S. 48, 11.5.1979) genannt

25) Hierzu hat auf der in FN 21 erwähnten QZE-Seminarveranstaltung während der Productronika, München 1977, W. Schwier den Vortrag Zuverlässigkeit der elektronischen Sicherheitssysteme der Eisenbahn gehalten.

26) Siehe FN 19, das heißt die dort erwähnten LKI-Berichte, die im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 96 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) erarbeitet werden.

27) A.M. Freudenthal, Schuëller in "Konstruktiver Ingenieurbau", Heft 25/26 (1976), S. 50, siehe auch FN 19

stimmung der Lebensdauer für wichtige Bauteile. ²⁸⁾

- In der Raumfahrttechnik bedient man sich ebenfalls ausgereifter probabilistischer Zuverlässigkeitsanalysen. Der Entwurf von einzelnen Systemen bzw. die Konstruktion von einzelnen Komponenten richtet sich nach den probabilistisch quantifizierten Analyseergebnissen, vorausgesetzt, eine ausreichende Datenbasis kann zugrunde gelegt werden. ²⁹⁾

28) M.v. Topavicza, F. Och von Messerschmitt-Bölkow-Blohm, GmbH, Ottobrunn, Analytische Lebensdauerabschätzung von Hubschrauberbauteilen, DGLR-Symposium über "Ermüdungsfestigkeit von Flugzeugteilen und modernen Bauweisen", Darmstadt, 22.9.1978, Vortrag Nr. 78-195

29) Siehe zum Beispiel Studie der AEC-NASA Space Nuclear Systems Office, NERVA Reliability and Safety Analysis methods, Vol 11 C, Probabilistic Design Analysis Examples (Nerva Programm, Contract SNP 1.6.1972). Anlässlich der Erstellung der Rasmussen-Studie (Reactor Safety Study) teilte die NASA mit, daß sie die Methode der Fehlerbaumanalyse bzw. des Ereignisbaumes bereits erfolgreich angewendet habe (Nachweis hierzu in Rasmussen-Studie/ WASH 1400 (NUREG 75/014), App. XI S. 3 - 8).

2. K a p i t e l

R e c h t l i c h e r H i n t e r g r u n d :

Allgemeine Bedeutung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden bei der rechtlichen Beurteilung von Gefahrenquellen

Da es in der vorliegenden Untersuchung um die Bedeutung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Gefahrenbeurteilung im technischen Sicherheitsrecht geht, ist zunächst eine nähere Betrachtung der Rolle der Eintrittswahrscheinlichkeit im rechtlichen Gefahrenbegriff notwendig. Deshalb wird im folgenden die allgemeine Bedeutung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden bei der rechtlichen Beurteilung von Gefahrenquellen zusammenfassend dargestellt. ¹⁾

A.) Eintrittswahrscheinlichkeit als konstituierender Faktor des rechtlichen Gefahrenbegriffs

I.) Der rechtliche Gefahrenbegriff

Der Gefahrenbegriff im öffentlichen Recht wird vom Allgemeinen Polizei- und Ordnungsrecht geprägt. Aber auch Strafrecht und Zivilrecht haben den Gefahrenbegriff mitgeformt. Da aber - im Gegensatz zum Polizeirecht - die vorbeugende Wirkung des Strafrechts und des zivilrechtlichen Haftungs-

1) Für eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Gefahrenbegriff im Polizei- und Ordnungsrecht sowie im Technischen Sicherheitsrecht über das für die vorliegende Untersuchung erforderliche Maß hinaus wird auf die 1982 erschienene Arbeit von F. Hansen-Dix, Die Gefahr im Polizeirecht, im Ordnungsrecht und im Technischen Sicherheitsrecht, verwiesen.

rechts zur Verhütung von Schäden nur ein Nebenzweck ist,²⁾ findet die Auseinandersetzung mit dem Gefahrenbegriff im Straf- und Haftungsrecht meist erst im Rückblick auf die Ursachen eines Ereignisses statt.³⁾ Die Kausalität von Tatumständen für die eingetretene Rechtsgutverletzung ist hierbei nachträglich zu prüfen. Im Polizei- und Ordnungsrecht ist dagegen typischerweise die Sachlage vorausschauend dahingehend zu prüfen, ob Rechtsgutverletzungen zu befürchten sind. Umstände, die Rechtsgutverletzungen kausal bedingen, müssen ausgeschlossen sein.

Das gemeinsame Ziel aller Rechtsgebiete bei der Anwendung des Gefahrenbegriffs ist die Herstellung bzw. Erhaltung eines Zustandes guter Ordnung des Gemeinwesens, wodurch die Sicherheit und das rechtlich geordnete Zusammenleben der Bürger des Staates gewährleistet werden soll.⁴⁾ Im Hinblick darauf ist Gefahr im öffentlich-rechtlichen Bereich zunächst "alles das, was Rechtsprechung und Gesetzgeber im Laufe der hundertjährigen Tradition des heutigen

2) Die Prävention ist ein nachgeordneter Zweck der Unrechts- haftung. Die Verhinderung des Schadens erscheint als idealistisches Ziel des Haftungsrechts, dem die statistische Erfahrung entgegensteht (Deutsch, JZ 1971, 244 (246)). Der Schadensersatz realisiert mittelbar präventive und rechtsverfolgende Zwecke (Mertens, Der Begriff des Vermögensschadens im bürgerlichen Recht (1967), S. 109). Zur Generalprävention der Strafe im Strafrecht als Vorbeugung gegen Rechtsgutverletzungen siehe Maurach-Zipf, Strafrecht, Allgm. Teil, Teilbd. I, § 6 I C (72). Daneben spielt allerdings auch der Sühnegeranke und die Vergeltung eine wesentliche Rolle.

3) Im Unterschied zu einer Prognoseentscheidung bezieht sich das Gefahrenurteil im Strafrecht auf Vergangenes (R. v. Hippel, Gefahrurteile, S. 113 (These 1)). Entsprechendes gilt auch im Haftungsrecht. E. Deutsch weist darauf hin, daß beim Haftpflichtprozeß die Gefahrenbeurteilung zwangsläufig eine nachträgliche sein muß. Sie erfolgt dabei als eine Gefahrenbestimmung aufgrund einer nachträglichen Prognose. (E. Deutsch in: Festschr. für Larenz, S. 885 (891)).

4) Vgl. V. Götz, Polizeirecht, S. 1 ff, zum Begriff "gute Polizey"

Polizei- und Ordnungsrecht (einschließlich der sondergesetzlichen Regelungsbereiche) hierzu entwickelt haben".⁵⁾ Im allgemeinen Polizei- und Ordnungsrecht hat sich dabei folgende Definition des Begriffes "Gefahr" herausgebildet, die weitgehend anerkannt ist:

Gefahr ist eine Sachlage, die (nach der Lebenserfahrung) bei objektiver Beurteilung die Wahrscheinlichkeit begründet, daß eine Störung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung eintreten wird, d.h. insbesondere, eine Verletzung von Rechtsgütern zu befürchten ist.⁶⁾

Bekannt ist auch die Frank'sche Formel für Gefahr im Rechtssinne: "Gefahr ist ein abnormer Zustand, aus dem sich für ein sachkundiges Urteil die naheliegende Möglichkeit einer Verletzung ergibt".⁷⁾ Ganz allgemein und auf eine Kurzformel gebracht kann man unter Gefahr die "mögliche Veränderung zum Schlechten" verstehen.⁸⁾

5) So Drews/Wacke/Vogel, Gefahrenabwehr, Bd. I, S. 270

6) In Drews/Wacke/Mertens, Gefahrenabwehr, Bd. II, S. 106 wird dies wie folgt formuliert: "Unter einer polizeilichen Gefahr ist nach allgemeiner Auffassung eine Lage zu verstehen, in der bei ungehindertem Ablauf des Geschehens ein Zustand oder ein Verhalten mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu einem Schaden für die Rechtsgüter der öffentlichen Sicherheit oder öffentlichen Ordnung führen würde". Vgl. auch die entsprechende Formulierung bei V. Götz, Polizeirecht, S. 56 ff. Siehe auch Definition des Begriffes Gefahr im allg. Polizeirecht bei Hoffmann-Riem (in Festschrift f. Wacke, S. 327) unter Berufung auf die herrschende Meinung: Ein Schutzgut wird nach h.M. gefährdet, wenn aufgrund "objektiver Tatsachen" die "hinreichende Wahrscheinlichkeit" besteht, daß es ohne polizeiliches Eingreifen verletzt werden würde.

7) Frank, StGB 18, § 1 II 1, zitiert nach E. Deutsch in: Festschrift für Larenz, S. 884/888

8) So etwa E. Deutsch, a.a.O., S. 888

II.) Die Komponente "Wahrscheinlichkeit" im rechtlichen Gefahrenbegriff

Die obige Betrachtung des rechtlichen Gefahrenbegriffs zeigt, daß das Wahrscheinlichkeitsurteil neben dem Schadensurteil ein wesentlicher Bestandteil der Gefahrenbeurteilung ist.⁹⁾ Abgesehen vom Faktor "Schaden" ist folglich der Faktor "Wahrscheinlichkeit" maßgebend für die Einschätzung einer Gefahr.¹⁰⁾ Dabei ist die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines schädlichen Ereignisses ebenso wie das Schadensausmaß ein Beurteilungsmaßstab für den Gefährlichkeitsgrad des Geschehens. An diesen Maßstab sind die Anforderungen der Objektivität zu stellen. Das bedeutet: Der Maßstab muß allein auf feststellbaren Tatumständen beruhen und von subjektiven Zufällen unabhängig sein. Dabei darf man sich auch auf allgemeine Erfahrungssätze aus dem täglichen Leben stützen.

Damit im Allgemeinen Polizei- und Ordnungsrecht das Gefahrurteil gefällt werden kann, muß mit dem Schadenseintritt im konkreten Fall irgendwann in überschaubarer Zukunft hinreichend wahrscheinlich gerechnet werden. Der Schadenseintritt braucht aber weder gewiß zu sein, noch unmittelbar bevorzustehen, muß jedoch naheliegend sein.¹¹⁾ Nach der

9) K. Lackner, Gefährdungsdeltikt, S. 16, hebt Schaden und Eintrittswahrscheinlichkeit als die konstituierenden Faktoren des Gefahrenbegriffs hervor. So auch H.J. Wolff, Verw. III, 3. Aufl., § 125 III a und b

10) Vergleiche auch R. Lukes, BB 1978, 317 (318/319). Er sieht in der Ermittlung der Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts ein zentrales Problem im Recht der ordnenden Verwaltung, des Gewerberechts und des Sicherheitsrechts (einschließlich Atomrecht). Das OVG Saarland (Saarl. OVG 13, 208 (212, 214) weist besonders darauf hin, daß es herrschende, unstrittige Rechtsprechung ist, daß der Begriff "Gefahr" wesentlich durch den Wahrscheinlichkeitsgrad des Eintritts eines schädlichen Ereignisses bestimmt wird.

11) BVerwGE 11, 95; 28, 310, 315; 45, 51, 57

Rechtsprechung reicht eine entfernte Möglichkeit des Schadeintritts in der Regel nicht aus. Die objektive Beurteilung muß zur Schlußfolgerung führen, daß nicht nur eine entfernte Möglichkeit oder nicht nur eine bloße Vermutung für eine Störung vorliegt.¹²⁾ Wenn allerdings ein besonders großer Schaden möglich ist, genügt auch eine entferntere Möglichkeit des Schadeintritts.¹³⁾ Bloße Verängstigungen und Vermutungen werden allerdings in der Regel nicht ausreichen, die Möglichkeit eines Schadens zu begründen.¹⁴⁾

Die angeführten Zitate legen dar, daß das objektive Wahrscheinlichkeitsurteil für die Gefahrenbeurteilung eine wichtige Grundlage bildet.

Da im Sicherheitsrecht wegen seiner Präventionsaufgabe ex ante geurteilt werden muß, spielt das Wahrscheinlichkeitsurteil für die sicherheitsrechtliche Gefahrenbeurteilung eine dominierende Rolle. Die Dringlichkeit schadensvorbeugender Maßnahmen richtet sich vor allem nach der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens, die durch entsprechende Maßnahmen auf einen ausreichend geringen Grad vermindert werden soll. Darin zeigt sich eine wesentliche Funktion des Gefahrenbegriffs im Sicherheitsrecht. Er soll Maßnahmen in Gang setzen, welche die Wahrscheinlichkeit für die Verletzung eines Rechtsgutes ausreichend vermindern.

12) Götz, Polizeirecht, S. 55 ff

13) BVerwG DÖV 1970, 714

14) Siehe auch H.K. Friauf, in: von Münch (Hrsg.), BesVerwR, 4. Aufl., S. 178. BVerwGE 45, 51/57: Es ist ein objektiver Maßstab anzuwenden.

Für die Rolle des Beurteilungselementes "Wahrscheinlichkeit" im Gefahrenbegriff wurde von Erichsen ¹⁵⁾ der Leitsatz aufgestellt:

"Das Merkmal der Gefahr ist offen für Wahrscheinlichkeitsprognosen, die überindividuell ausgerichtet sind und die Prävention in größere zeitliche Zusammenhänge stellen".

Wie offen ist das Merkmal der Gefahr für Wahrscheinlichkeitsberechnungen?

Diese Fragestellung bildet das zentrale Thema der vorliegenden Untersuchung. Wesentlicher Untersuchungsgegenstand ist darum das im Gefahrenbegriff enthaltene Element der Wahrscheinlichkeit.

B.) Qualitative oder quantitative Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Rechtsgutverletzung?

I.) Uneinigkeit in der Rechtswissenschaft hinsichtlich der Quantifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit

Um die Eintrittswahrscheinlichkeit für eine Rechtsgutverletzung objektiv zu ermitteln, ist in der Regel eine umfassende Beurteilung und Abwägung der Sachlage im Hinblick auf die Möglichkeit einer Störung der Rechtsordnung notwendig. Auf der Grundlage von Erfahrungssätzen und spezieller Ermittlungsmethoden kann als Ergebnis neben der Schadenshöhe der Wahrscheinlichkeitsgrad für den Eintritt eines Schadens qualitativ oder gar quantitativ angegeben werden.

15)H.U. Erichsen in VVDStL 35, 171 (216, III 6.)

Welcher Wahrscheinlichkeitsgrad macht eine Sachlage zur Gefahr und wie kann mit objektiven Mitteln der Wahrscheinlichkeitsgrad ermittelt werden?

Hinter dem Stichwort "probabilistische Analyse für die rechtliche Gefahrenbeurteilung" oder "Rezeption der Wahrscheinlichkeitsrechnung in rechtliche Bewertungen" versteckt sich diese Problematik. Vom ermittelten Wahrscheinlichkeitsgrad kann entscheidend abhängen, ob und welche Maßnahmen zu ergreifen sind. ¹⁶⁾

Über die Einbeziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in rechtliche Bewertungen gibt es gegensätzliche Standpunkte in der Rechtswissenschaft. Gegen eine Objektivierung im Sinne der Wahrscheinlichkeitsrechnung wird vor allem ins Feld geführt, daß die Zuordnung einer quantifizierten Wahrscheinlichkeit zu einer Einzelhypothese nicht möglich sei. ¹⁷⁾ Es sei erkenntnistheoretisch unhaltbar, daß Er-

16) Zu den Abstufungen im Intensitätsgrad der Wahrscheinlichkeit, H.J. Wolff, Verw.R. III, 2. Aufl., 1967, § 125 II b 1 (S. 46); vgl. auch BVerwG DVBl 1960, 726 f. Erhöhte Anforderungen an die Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts (= unmittelbar bevorstehende Gefahr) ermächtigen z.B. zur Inanspruchnahme von Nichtstörern wegen polizeilichen Notstandes bzw. ermächtigen zur polizeilichen Inverwahrungsnahme (BVerwG NJW 1974, 807, 809, Saarl. OVG 13, 208). Bei geringerem Grad an Wahrscheinlichkeit muß sich die Polizei gegebenenfalls darauf beschränken, ein in der Entwicklung begriffenes Geschehen durch ihre Maßnahmen einstweilen zu unterbrechen, um weitere Feststellungen treffen zu können (ProVG 77, 333, BGHZ 5, 144).

17) R. v. Hippel, Gefahrurteile, S. 33 ff (35) bzw. S. 40. Hippel verweist auf die methodologische Unzulässigkeit der Anwendung von Statistiken auf Einzelfälle. Insbesondere könnten dadurch Fehleinschätzungen, die außerhalb des rechtlichen Bereichs erfolgen (Wahrscheinlichkeitsberechnung!), rechtlich normiert werden, was mit den strafrechtsideologischen Prämissen der Einzelfallgerechtigkeit unverträglich ist: "Justizirrtümer können zwar nicht vermieden werden, sie dürfen aber keinesfalls geplant werden".

gebnisse einer Wahrscheinlichkeitsrechnung auf einen Einzelfall angewendet werden, da die Wahrscheinlichkeitsrechnung gerade ein Kollektiv von Einzelfällen voraussetzt.

Nach Weitnauer ist jedoch die Einbeziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in rechtliche Tatsachenfeststellungen notwendig. Weitnauer ¹⁸⁾ stimmt zwar zu, daß es bei der rechtlichen Feststellung einer Tatsache um eine Wahrscheinlichkeitsbeurteilung im personalistisch subjektiven Sinne gehe, d.h., um das subjektive Für-wahr-halten einer bestimmten Tatsache. Wenn aber eine solche Überzeugung rational kontrollierbar sein soll, müsse sie auch in rationalen Überlegungen und Feststellungen begründet sein. Andernfalls könne die rechtliche Entscheidung keinen Anspruch darauf erheben, nachvollziehbar zu sein und einen rationalen Sinn zu haben.

Dem Argument der Nichtanwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf den Einzelfall begegnet Weitnauer also mit der Feststellung, daß die Überzeugung vom Bestehen einer Tatsache, d.h., das subjektive Für-wahr-halten einer Tatsache rational kontrollierbar wird, wenn man mathematische Statistik und moderne Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Tatsachenfeststellung miteinbezieht. Auf die Gefahrenbeurteilung bezogen bedeutet dies, daß sich das Gefahurteil so weit wie möglich auf statistisches Material und dessen Auswertung durch mathematische Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung stützen sollte. Dieses Verfahren dürfte der einzig rationale Weg sein, einen irgendwie meßbaren Grad von Gewißheit über den Ausschluß von Schäden zu erzielen.

18)H. Weitnauer, VersR 1968, Beiheft, S. 4

Hierzu wird allerdings eingewendet, daß - selbst wenn man gedanklich ein solches Möglichkeitsurteil durch den Grad der Wahrscheinlichkeit (also mit einem Prozentsatz) festlege - die Anwendung dieser Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die reale Wirklichkeit nicht übertragbar sei. Die zu wertenden Sachverhalte seien regelmäßig so kompliziert und vielschichtig, die mitwirkenden schädensfördernden und schadenshemmenden Bedingungen schon zahlenmäßig, aber erst recht in ihrem Verhältnis zueinander so unüberschaubar, daß eine exakte Bestimmung des Möglichkeitsgrades regelmäßig ausgeschlossen sei. Man müsse sich zufrieden geben, wenn es gelingt, in grober Schätzung zwischen naher und entfernter Möglichkeit zu unterscheiden. Diese Schwierigkeit könne keine - wie auch immer geartete - Formel über den für die Gefahr vorauszusetzenden Möglichkeitsgrad aus den Welt schaffen.¹⁹⁾ Die Kontrolle der rechtlichen Wahrscheinlichkeit für den Einzelfall anhand einer objektiven Wahrscheinlichkeitsrechnung sei letztlich unverbindlich.²⁰⁾

Auch in einem Urteil des BGH²¹⁾ wird die Wahrscheinlichkeitsrechnung als inpraktikabel für die Gefahrenbeurteilung abgelehnt. Der BGH kommt in dieser Entscheidung zum Ergebnis, daß mit Hilfe von Prozentzahlen der Begriff Gefahr nicht bestimmt werden kann.

19) Lackner, Gefährdungsdelikt, S. 20

20) So R. v. Hippel, a.a.O., S. 60

21) BGHSt 18, 271 (272)

II.) Sachzwang und herrschende Meinung

Vorherrschend wird der Standpunkt vertreten, daß im Rahmen einer Gesamtbeurteilung eine bloße qualitative Bestimmung des Wahrscheinlichkeitsgrades nach allgemeinen Erfahrungssätzen in der Regel genügt, da der zukünftige tatsächliche Geschehensablauf grundsätzlich mit einer Ungewißheit behaftet ist, die auch noch so exakte Berechnungen nicht erfassen können. ²²⁾

Es ist zwar einerseits zuzugeben, daß bei der Gefahrenbeurteilung im Sicherheitsrecht lediglich unsichere Prognosen aufgestellt werden können. Andererseits ist es jedoch ein Faktum, daß man wegen der Komplexität von Geschehensabläufen in technischen Einrichtungen oft ohne technisch-wissenschaftliche Methoden nicht auskommt. Im technischen Bereich finden deshalb - wie im Abschnitt C.) des 1. Kapitels dargestellt - mathematisierte Prognosen, die unter Einsatz aller verfügbaren wissenschaftlichen und technischen Mittel die Möglichkeit für Schäden abschätzen, zunehmend Verwendung bei der Beurteilung der Sicherheit und Zuverlässigkeit von Anlagen und Einrichtungen. Insofern besteht vor allem in Fällen komplexer Systeme der Technik

22) Für den allgemeinen, polizeirechtlichen Fall bejahend Drews/Wacke/Mertens, Gefahrenabwehr, Bd. II, S. 109, unter Berufung auf ProVG RVBl 1931, 330. Für den Bereich des Sicherheitsrechtes trete jedoch weitgehend die nach sachverständigem Urteil zu treffende Prognose an die Stelle der Lebenserfahrung (Drews/Wacke/Mertens, Gefahrenabwehr, Bd. II, S. 110, unter Berufung auf Plischka, Techn. Sicherheitsrecht und W. Mertens, DÖV 1976, 463 m. Nachw.); OVG Münster, ET 1975, 220 (230), hielt eine quantitative Bestimmung der Wahrscheinlichkeit für nicht erforderlich; VG Freiburg, ET 1977, 626 (633), für wenig ergiebig.

faktisch die Tendenz, die Beurteilung der daraus folgenden Gefahren auf "elitäre Prognosen" ²³⁾, also z.B. auf probabilistische Zuverlässigkeitsanalysen oder Risikoanalysen, zu stützen.

In Anbetracht dieses Sachzwanges stellt sich insbesondere bei der Beurteilung kerntechnischer Anlagen gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG die Frage nach der rechtlichen Relevanz quantitativer Prognosen, die auf der Grundlage der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie erstellt werden. Diese aktuelle Problematik ist nicht zuletzt der konkrete Anlaß für den vorliegenden Beitrag zu einer grundsätzlichen Klärung der Bedeutung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die rechtliche Gefahrenbeurteilung.

23) So benannt von H.U. Erichsen in VVDStL 35, 171 (186)

C.) Faktor "Eintrittswahrscheinlichkeit" und Faktor "Schaden" im Verhältnis zueinander

I.) Die "je - desto" Formel

Wenn das Tatbestandsmerkmal "Gefahr" erfüllt ist, darf zur Gewährleistung der Sicherheit und des rechtlich geordneten Zusammenlebens der Bürger eines Staates Staatsgewalt eingesetzt werden. Um die Schwelle für einen staatlichen Eingriff nicht zu niedrig anzusetzen, ist es deshalb geboten, im Tatbestandsmerkmal "Gefahr" bereits eine Abwägung zwischen der Wahrscheinlichkeit für einen Schaden und der Höhe des befürchteten Schadens vorzunehmen. Insbesondere darf nicht gegen den allgemeinen Grundsatz der Verhältnismäßigkeit, der nach herrschender Meinung Verfassungsrang besitzt, verstoßen werden.²⁴⁾

Daraus wird für das Verhältnis von Schadenswahrscheinlichkeit zur Schadenshöhe folgende Grundregel abgeleitet: Eine hinreichende Wahrscheinlichkeit für den Eintritt einer Störung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung muß einen Schaden befürchten lassen, der die beabsichtigten Abwehrmaßnahmen rechtfertigt.

24) Das Schrifttum leitet diesen Grundsatz überwiegend grundrechtlich ab. Siehe z.B. Lerche, Übermaß und Verfassungsrecht, 1961; Häberle, Die Wesensgehaltgarantie des Art. 19 Abs. 2 GG 1962, 2. Aufl., 1972; Wittig, Zum Standort des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes im System des Grundgesetzes, DÖV 1968, 817. Das Bundesverfassungsgericht hat in der Entscheidung, BVerfGE 19, 342 (1965), den Verfassungsrang des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes aus dem Rechtsstaatsprinzip abgeleitet. Überblick zum Verhältnismäßigkeitsgrundsatz im Polizeirecht, z.B. in V. Götz, Polizeirecht, S. 74 ff, 5. Aufl.

Die Rechtsprechung hat das Verhältnis zwischen Wahrscheinlichkeitsgrad und Schwere des Schadens in die "je - desto" Formel gekleidet: ²⁵⁾ Je gewichtiger das gefährdete Gut und je größer der zu befürchtende Schaden ist, desto geringere Anforderungen an die Höhe der Eintrittswahrscheinlichkeit sind zu stellen. Bei Katastrophengefahr genügt eine entfernte Möglichkeit des Schadenseintritts zur Begründung einer Gefahr. ²⁶⁾ Andererseits wird selbst bei einer erhöhten Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts nur dann eine rechtlich relevante, das heißt, abzuwehrende Gefahr bestehen, wenn wenigstens ein nennenswerter Schaden zu befürchten ist; oder es müssen schwere Spätfolgen auftreten können; oder die Schadenshöhe muß sich durch die Häufigkeit zu einem nennenswerten Schaden aufsummieren.

Im Wege der Abwägung zwischen Häufigkeit und Schadenshöhe muß somit der für den jeweiligen Einzelfall eine Gefahr begründende Wahrscheinlichkeitsgrad gefunden werden. Oder anders ausgedrückt: Der für das Gefahurteil entscheidende Wahrscheinlichkeitsgrad ergibt sich in Anbetracht des im Einzelfall zu befürchtenden

25) Von A. Albers (DVBl 1978, 22) für die Anwendung im Atomrecht besprochen; von E. Reh binder (BB 1976, 1) vor allem im Hinblick auf das Immissionsschutzrecht behandelt. Siehe auch die systematische Behandlung dieser Formel von F. Hansen-Dix, Die Gefahr im Polizeirecht, im Ordnungsrecht und im Technischen Sicherheitsrecht, S. 134 ff.

26) Vergleiche hierzu das in der Literatur häufig zitierte "Verbot eines Schießplatzes" wegen der entfernten Möglichkeit des Abirrens einer Kugel, Sächs. OVG Jahrb. 41/1940, sowie den ebenfalls hierzu häufig zitierten "Heizöltankfall", BVerwG DÖV 1976, 714.

Schadens. 27) Auf einen bestimmten, allgemein gültigen und allein nach naturwissenschaftlicher Methode errechneten Wahrscheinlichkeitsgrad kann das Gefahurteil nicht festgelegt werden. Allgemein und weitgehend unbestritten gilt nur: Je größer der Wert eines der Verletzung möglicherweise ausgesetzten Gutes ist, um so eher ist die Wahrscheinlichkeit einer Verletzung als Gefahr anzusehen. Mithin ist der für das Gefahurteil notwendige Wahrscheinlichkeitsgrad für den Eintritt eines Schadens nicht unveränderlich und ein für allemal fixiert.

II.) Restrisiko und der Produktwert aus den Faktoren "Eintrittswahrscheinlichkeit" und "Schaden"

Das möglicherweise eintretende Schadensausmaß und der in Anbetracht dessen hingenommene Wahrscheinlichkeitsgrad definiert eine gewisse Risikolage.

In der heutigen Sicherheitstechnik hat sich als konkrete Definition des Risikos das Produkt aus Schadenshöhe und relativer Häufigkeit des Schadens durchgesetzt. In Statistik und Stochastik wird dies Erwartungswert genannt. Wenn Schadenshöhe und relative Häufigkeit (= Eintrittswahrscheinlichkeit) im umgekehrten Verhältnis sich ändern, erhält man stets den gleichen Erwartungswert (= Risikowert). In diesem Sinne sind Schadenshöhe und relative Häufigkeit zueinander umgekehrt proportional. Für jede Gefahrensituation kann im Prinzip ein Risikowert ermittelt und anhand

27) Ausführlich zur Abwägung des Wahrscheinlichkeitsgrades für Schäden bei technischen Gefahrenquellen, insbesondere welcher Grad von Wahrscheinlichkeit für ein Gefahurteil gegeben sein muß: H.P. Plischka, Technisches Sicherheitsrecht, S. 105 ff.

dieser Werte die Gefährlichkeit der Situationen miteinander verglichen werden. Unter Restrisiko werden dann Risikowerte verstanden, die unterhalb eines bestimmten Grenzwertes liegen. Von Seiten der Technik sind verschiedene Vorschläge für diesen Grenzwert, das heißt, für das erlaubte technische Restrisiko in der heutigen technischen Zivilisation gemacht worden.²⁸⁾ Diese Quantifizierungen laufen darauf hinaus, daß eine Gefahr im Rechtssinne nicht besteht, wenn das Restrisiko unter dem als normal und rechtlich gebilligten Gefahrenpegel verbleibt.

Dahinter steht der Gedanke, daß es bei der Auslegung und Anwendung des rechtlichen Gefahrenbegriffs nicht um die Schaffung einer völlig ungefährlichen Welt gehen kann, die es auch vor Aufkommen der Technik nicht gegeben hat, sondern daß es abzuwägen gilt, mit welchem Grad von Ge-

28) Hier sei an den Vorschlag Farmers für die Einführung einer Risikogrenzlinie erinnert (in FN 8 zur Einführung). BASF-Sicherheitsfachleute meinen: "Ist die zahlenmäßige Größe des Risikos, das von Industriebetrieben verursacht wird, kleiner als der Risikowert für natürliche Ereignisse, wie Flutkatastrophen und Blitzschläge mit Opfern an Menschen, so sollte es akzeptiert werden." (H. Suter und H.I. Joschek, Chem. Ing. Technik 47, 241 (1975) oder P. Lingen, VFDB-Zeitschrift 24, 123 (1975)).

fährlichkeit gelebt werden soll. 29)

Legt man den bereits in der Einführung zitierten "Kalkar-Beschluß" des Bundesverfassungsgerichtes ³⁰⁾ zugrunde, so verbleibt, wenn die Sicherheit der Anlagen anhand praktischer Vernunft gestaltet wird, bei der friedlichen Anwendung der Kernenergie nur noch ein solch geringer Grad von Gefährlichkeit, daß damit gelebt werden kann. Ungewißenheiten jenseits dieser Schwelle praktischer Vernunft sind unentrinnbar und insofern als sozial adäquate Lasten von allen Bürgern zu tragen, führt das Gericht bekanntlich weiter aus. Grundlage dieser Entscheidung ist die Erkenntnis, daß bei Verbannung der Kerntechnik wegen eines bloß denkbaren Restrisikos konsequenterweise die Verbannung jedlicher

29) Auf dieser Linie liegt die Bewertung des Risikos petrochemischer Industrie auf der Insel Canvey (sogenannte Canvey-Studie, vgl. FN 20 im 1. Kapitel) durch die zuständige Sicherheitsbehörde. Sie betonte bei der Frage, welches Risiko hinnehmbar ist, daß es eine Ermessensfrage sei, wann genügend für die Erhöhung der Sicherheit getan worden ist, und sieht ihre Aufgabe darin, solche Ermessensentscheidungen von Fall zu Fall vorzunehmen. Ein mittleres Risiko auf dem Canvey-Insel, das mit dem normalen Sterberisiko eines 25- bis 34-jährigen Engländers vergleichbar ist, wird von ihr jedoch als zu hoch angesehen. Insofern wird das Kriterium "allgemeines Lebensrisiko" einbezogen. - Zum Rechtsgedanken der Akzeptanz eines "allgemeinen Lebensrisikos" siehe BGHZ 47, 327 = NJW 1967, 621; BGH VersR. 1967, 470; kritisch dazu Ossenbühl in JUS 1970, 276. Er hält den Begriff "allgemeines Lebensrisiko" für zu unscharf. Vor allem aber lehnte er diesen Begriff deshalb ab, weil dieser in das von ihm betrachtete Tatbestandsschema für den Aufopferungsanspruchs schwer einzuordnen sei. - Für die Auslegung des Gefahrenbegriffs durch Abwägung nach dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz könnte m.E. jedoch das "allgemeine Lebensrisiko" sehr wohl ein Kriterium für die Gefahrenschwelle bilden. Dies gilt insbesondere, wenn das "allgemeine Lebensrisiko" durch Abschätzungen mittels Risikoanalysen konkretisiert wird.

30) BVerfGE 49, 89 (1979) = ET 1979, 40, insbes. Leitsatz 6.

Nutzung der Technik zu fordern wäre, ein Ergebnis, das gegen notwendige Interessen des menschlichen Zusammenlebens verstößt.

3. Kapitel

Aktueller Hintergrund:

Probabilistische Beurteilungselemente und Analysen in der deterministisch konzipierten atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung

A.) Die deterministisch konzipierte Beurteilung von Gefahrentatbeständen im Atomrecht

I.) Deterministisches Konzept der Genehmigungsregelungen im Atomgesetz

Zur Konkretisierung von § 1 Nr. 2 AtG hat der Gesetzgeber in den Genehmigungstatbeständen §§ 3, 4, 6, 7 und 9 AtG sechs wesentliche, sehr abstrakt formulierte Kriterien für die Zulässigkeit der friedlichen Nutzung der Kernenergie aufgestellt: ¹⁾ Zuverlässigkeit des Genehmigungsempfängers, Fachkunde des Genehmigungsempfängers, Schadensvorsorge durch Anlagensicherheit und Strahlenschutz für Arbeitsbereich und Umwelt, Deckungsvorsorge für zu haftende Schäden, Schutz gegen Einwirkung Dritter, allgemeine Umweltverträglichkeit der kerntechnischen Einrichtung. Sind diese Kriterien erfüllt, sieht die Rechtsordnung den Ausschluß von Gefahren bei der friedlichen Nutzung der Kernenergie hinreichend gewährleistet. ²⁾

1) Vergleiche hierzu Winters, Atom- und Strahlenschutzrecht, S. 18

2) Der Gesetzgeber hat "durch die in § 1 Nr. 2 und in § 7 Abs. 2 AtG niedergelegten Grundsätze der bestmöglichen Gefahrenabwehr und Risikovorsorge einen Maßstab (für Genehmigungen) aufgerichtet, ...", BVerfGE 49, 89 (1979) = ET 1979, 40 (45, 1. Sp., Kalkar-Beschluß); vgl. auch Fischerhof Kommentar § 1 AtG Rdn 1.

Für die Frage, wie die verbleibende Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines Schadens zu behandeln ist, gibt der Gesetzgeber den Betroffenen keine (probabilistischen) Kriterien. Diese Problematik kristallisiert sich meist bei Auslegung der unbestimmten Rechtsbegriffe, wie "Stand von Wissenschaft und Technik" und "erforderliche Vorsorge gegen Schäden", heraus. Die Einbeziehung probabilistischer Logik bei der Beurteilung der Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen, etwa durch Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung, wird vom Gesetzgeber nicht verlangt. Er hat stattdessen mit den erwähnten Genehmigungsvoraussetzungen einzelne Anforderungen festgelegt, deren Erfüllung eindeutig - also deterministisch - nachgewiesen werden muß. Damit wird das Genehmigungsverfahren auf eine deterministische Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen festgelegt. Probabilistische Überlegungen können deshalb nur indirekt im Rahmen der Auslegung der abstrakten Genehmigungsvoraussetzungen eine Rolle spielen.

Eine gesetzliche Regelung für die Verwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung oder gar eine normative Festlegung von Risikogrenzwerten im Genehmigungstatbestand gibt es im Atomgesetz nicht. Der Gesetzgeber hat bislang keine probabilistischen Bewertungskriterien für kerntechnische Anlagen aufgestellt. Gegenwärtig ist auch nicht zu erwarten, daß der Gesetzgeber mit Hilfe probabilistischer Abwägungskriterien und -verfahren den technischen Sachverhalt konkreter regelt. 3)

3) Zur gesetzlichen Konkretisierung durch Risikogrenzwerte, R. Lukes, BB 1978, 317 (ablehnend!). Ausführliche Erörterung aller in Betracht kommenden normativen Konkretisierungsmöglichkeiten einschließlich gesetzlicher Risikogrenzwerte von P. Marburger, Atomrechtliche Schadensvorsorge, Möglichkeiten und Grenzen einer normativen Konkretisierung, 1983.

II.) Deterministisches Konzept der Regelungen in der Strahlenschutzverordnung

Durch allgemeine Ermächtigungsvorschriften in den §§ 11, 12 AtG und besondere Ermächtigungen (wie z.B. in § 7 Abs. 4 Satz 3 AtG für den Erlass der AtVfV) hat der Gesetzgeber der Exekutive die Möglichkeit gegeben, die Grundsatzentscheidung für die Kernenergie konkreter auszufüllen. Vor allem durch Erlass der Strahlenschutzverordnung hat die Exekutive von der erwähnten Ermächtigung intensiv Gebrauch gemacht und dadurch im Bereich des Strahlenschutzes konkretere Leitlinien zum Schutz vor Gefahren der friedlichen Nutzung der Kernenergie aufgestellt.⁴⁾

Den konkreten Regelungen in der Strahlenschutzverordnung ist zu entnehmen, daß das Schutzkonzept vor den Gefahren ionisierender Strahlung auf der Festlegung von Dosisgrenzwerten aufgebaut ist. Solche höchstzulässigen Dosisgrenzwerte für die Strahlenbelastung der Bevölkerung sind in dem § 44 und § 46 und § 28 Abs. 3 StrlSchV niedergelegt und ein Kernstück des Strahlenschutzkonzeptes. § 45 StrlSchV legt höchstzulässige Immissionswerte und deren Berechnungsmethoden fest. § 46 StrlSchV ergänzt dies durch eine Emissionsregelung. In § 51 StrlSchV werden Dosisgrenzwerte für Personen im betrieblichen Überwachungsbereich festgelegt. Für beruflich strahlenexponierte Personen sind die Dosiswerte der Anlage X in Verbindung mit § 49 StrlSchV grundsätzlich verbindlich. Besondere Grenzwerte werden dabei für die durch Inhalation und Ingestion dem Körper zugeführte Aktivität radioaktiver Stoffe in § 52 StrlSchV festgesetzt. Außergewöhnliche

4) Winters, a.a.O., S. 5, bezeichnet die Strahlenschutzverordnung als das "Grundgesetz des Strahlenschutzes im deutschen Recht".

Strahlenexpositionen dürfen nur zur Beseitigung einer besonderen Gefährdung von Personen zugelassen werden und auch nur für beruflich strahlenexponierte Personen (§ 50 StrlSchV).

Die Dosisgrenzwerte beruhen auf den Erkenntnissen intensiver radiologischer Forschung, die zum Ziel hat, festzustellen, welche radioaktiven Belastungen für die Umwelt und die Gesundheit des Menschen unbedenklich sind.⁵⁾ In internationaler Zusammenarbeit wurden auf dieser Grundlage Dosisgrenzwerte festgelegt.⁶⁾ Mit dem Fortschritt der radiologischen Forschung wird diese Festlegung laufend kritisch überprüft und korrigiert.⁷⁾ Nach dem jeweiligen Stand von Wissenschaft und Technik ist deshalb gewährleistet, daß bei Einhaltung der Dosisgrenzwerte weder die Bevölkerung und Umwelt noch beruflich strahlenexponierte Personen durch radioaktive Belastungen infolge der friedlichen Kernenergienutzung geschädigt werden.⁸⁾

-
- 5) Siehe zum Beispiel "Fachtagung Radioökologie" des Deutschen Atomforums e.V. (DAF) am 3.10.1979 in Bonn (Tagungsband zu beziehen über DAF, Heussallee 10, Bonn). Siehe dort insbes. auch Vortrag von Prof. Dr. J. Meißner, Gesundheitsbelastung und chemische Schadstoffe (auch veröffentlicht in atw 1980, 93).
- 6) Hier sei insbesondere auf die Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (International Commission on Radiological Protection, ICRP) hingewiesen.
- 7) Aufgrund der neuen Empfehlungen der ICRP zum Strahlenschutz (ICRP Publ. 26 und 30) infolge neuester Erkenntnisse werden die Festlegungen in der StrlSchV vom BMI überprüft und ggfls. korrigiert. Zum neuen Konzept siehe auch Jacobi, Konzepte und Prinzipien für die Begrenzung und Optimierung der Strahlenschutzexposition - Eine Erläuterung der neuen ICRP Empfehlungen (GSF-Bericht-S-546, 1978).
- 8) Anstelle vieler: H. Grumm in atw - Broschüre "Kernenergie und Umwelt", Nr. 2, S. 2: "Wären alle schädlichen Einwirkungen auf die Umwelt und Gesundheit so exakt meßbar wie die Radioaktivität, wären alle Schadenswirkungen so gut bekannt wie die der Radioaktivität, würde man ihnen mit dem gleichen technischen Aufwand entgegentreten wie bei Kernenergieanlagen und würden für alle diese Einwirkungen so strenge Gesetze vorliegen und erzwungen werden wie bei der Kernenergie, so wäre die Umweltfrage kein zentrales Problem unserer Gesellschaft".

Im Genehmigungsverfahren für kerntechnische Einrichtungen wird der eindeutige Nachweis verlangt, daß bestimmte Grenzwerte nicht überschritten werden. Dieser Nachweis kann deterministisch, das heißt, anhand eindeutiger Ursache-Wirkungsbeziehungen geführt werden. Das Strahlenschutzkonzept ist in diesem Sinne ein deterministisches Konzept.

Wie unten im Abschnitt B.I.1 dieses Kapitels näher ausgeführt, ist damit jedoch keine absolute Sicherheit vor der Strahlengefahr gegeben. Nach dem Stand von Wissenschaft und Technik folgt aus der Einhaltung der Grenzwerte zwar, daß Schäden ausgeschlossen sind, wegen der stochastischen Natur der Grenzwerte werden dadurch aber Unsicherheiten, die allerdings jenseits der Schwelle praktischer Vernunft liegen, nicht beseitigt.

III.) Deterministische Sicherheitsphilosophie auf der administrativen Ebene

Die im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren von den Behörden angewandte Sicherheitsphilosophie beruht vor allem auf deterministischen Anforderungen zur Qualitätssicherung der Anlage (Primärsicherheit) und auf deterministischen Anforderungen zur Beherrschung von Störfällen. Die "Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke" legen die entsprechenden administrativen Grundsätze fest.⁹⁾ Insbesondere werden eindeutige Nachweise über die Erfüllung von bestimmten Anforderungen an den Reaktorkern, den Druckbehälter, die wärmeabführenden Anlagenteile und die Steuerungs- und Ab-

9) Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, verabschiedet im Länderausschuß für Atomkernenergie am 12.10.1977, Neufassung vom 21.10.1977 (Bundesanzeiger Nr. 206 vom 3.11.1977).

schalteinrichtungen verlangt. Das heißt, anhand eindeutiger Ursache-Wirkungsbeziehungen ist für den bestimmungsgemäßen Betrieb und für die Auslegungsfälle nachzuweisen, daß die Reaktoranlage jederzeit abgeschaltet, im abgeschalteten Zustand gehalten, die Nachwärme abgeführt und die Strahlenexposition von Personal und Umgebung unterhalb der zulässigen Dosisgrenzwerte gehalten werden kann.

Die in den "Sicherheitskriterien" niedergelegten Grundsätze werden durch die Aufstellung spezieller Kriterien, Richtlinien, Leitlinien, Empfehlungen etc. weiter präzisiert.¹⁰⁾ Die detaillierten Anforderungen finden ihre Grenzen bei der Entwicklung neuer Baulinien.¹¹⁾

Die Ausfüllung der normativen Grundentscheidungen und der administrativen Leitentscheidungen erfolgt des weiteren über das Sachverständigenwesen und über die Entwicklung deterministischer, technischer Regeln auf dem Gebiete

10) Das Handbuch "Reaktorsicherheit und Strahlenschutz" (Hrsg. Bundesministerium des Innern) - eine Lose Blatt-Sammlung von Rechtsvorschriften, Verwaltungsvorschriften, Bekanntmachungen, Empfehlungen und technischen Regeln - enthält alle wesentlichen Unterlagen für die Ausfüllung der gesetzlichen Vorschriften durch sicherheitstechnische Kriterien, Regeln und Richtlinien (teils im Wortlaut, teils als Fundstellenverzeichnis). Eine Übersicht über erlassene Durchführungsbestimmungen in: Winters, Atomrecht, S. 495 (Anhang II). Ausführliche Übersicht der Bekanntmachungen des BMI auf dem Gebiete der Reaktorsicherheit und des Strahlenschutzes, Anlage 7 im Bericht "Sachverständigentätigkeit" der Bundesregierung bzw. in "Umwelt" Nr. 75 vom 21.3.1980 (Informationsschrift des BMI).

11) Die mit der Übertragung von Anforderungen auf neue Baulinien verbundenen Schwierigkeiten werden von H.-W. Müller und H. Vollmer (atw 1978, 291 (292)) für die neue Baulinie eines Hochtemperaturreaktors (THTR-300) dargestellt.

der Kerntechnologie.¹²⁾ Der Sachverständige ist dabei im Verwaltungsverfahren gemäß § 20 AtG bei der Analyse, Diagnose und Prognose der komplizierten tatsächlichen Verhältnisse unentbehrlich geworden. Außerdem hat sich die Exekutive zwei anerkannte Beratungsgremien, die Reaktorsicherheitskommission (RSK) und die Strahlenschutzkommission (SSK), die beim Bundesminister des Innern als unabhängige und die Kerntechnologie repräsentierende Beratungsgremien eingerichtet sind,¹³⁾ geschaffen. Die Sachentscheidungen der Exekutive können dadurch auf eine abgesicherte wissenschaftlich-techni-

12) Um eine möglichst hohe Verbindlichkeit der aufgestellten technischen Regeln zu erreichen, beteiligt sich die Exekutive an deren Zustandekommen. Bezüglich der KTA-Regeln kommt diese Beteiligung der Exekutive in der Zusammensetzung des kerntechnischen Ausschusses (KTA), der 1972 gegründet wurde, zum Ausdruck. Er besteht aus 50 Mitgliedern mit je 10 Vertretern von Herstellern, Betreibern, Gutachterorganisationen, Genehmigungsbehörden und sonstigen Behörden und hat die Aufgabe für die Aufstellung sicherheitstechnischer Regeln zu sorgen, wenn sich eine einheitliche Meinung abzeichnet. Siehe dazu Bekanntmachung über die Übernahme des kerntechnischen Ausschusses in die Zuständigkeit des Bundesministers des Innern vom 27.9.1974 (Bundesanzeiger Nr. 193 vom 15.10.1974), geändert durch Bekanntmachung des Bundesministers des Innern vom 14.7.1977 (Bundesanzeiger Nr. 147 vom 10.8.1977). Vergleiche hierzu J.K. Pfaffelhuber, Das Kernenergierecht unter besonderer Berücksichtigung atomrechtlicher Genehmigungs- und Planfeststellungsverfahren, ET 1978, 151.

13) Vergleiche die Bekanntmachung des Bundesministers des Innern vom 25.5.1973 über die Übernahme der Reaktor-Sicherheitskommission (Bundesanzeiger Nr. 118 vom 29.6.1973) und Bekanntmachung des Bundesministers des Innern über die Bildung einer Strahlenschutzkommission vom 19.4.1974 (Bundesanzeiger Nr. 92 vom 17.5.1974). Neufassung der Satzung für RSK und SSK am 5. Nov. 1984 im Bundesanzeiger Nr. 220 vom 23. Nov. 1984.

sche Grundlage gestellt werden. ¹⁴⁾

Die normativen Regelungen des Gesetz- und Verordnungsgebers werden also auf die oben geschilderte Weise durch administrative Anforderungen ausgefüllt. Mit Hilfe deterministischer Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge ist eindeutig nachzuweisen, daß diese Anforderungen erfüllt werden. Bei Erfüllung dieser Anforderungen sind nach Stand von Wissenschaft und Technik Schadensfälle praktisch ausgeschlossen. Das heißt, der Nachweis der Gewährleistung der Sicherheit von Kernkraftwerken wird mit Hilfe deterministischer Ursache-Wirkungs-Beziehungen geführt.

Wie durch das deterministische Konzept im Atomgesetz und der Strahlenschutzverordnung vorgezeichnet, spielen also bei der administrativen Ausfüllung der normativen Regelungen des Gesetz- bzw. Verordnungsgebers Wahrscheinlichkeitsangaben keine entscheidende Rolle, sondern vor allem deterministische Untersuchungen und Prüfungen. Die administrative Sicherheitsphilosophie ist somit im wesentlichen deterministisch.

14) Im Schrifttum werden allerdings auch kritische Bemerkungen zur Rolle der RSK gemacht. Von O. Kimminich, Atomrecht, S. 109, in Anmerkung 140, wird z.B. kritisiert, daß bezüglich der Rolle der RSK Rechtslage und Rechtswirklichkeit nicht übereinstimmt. Einem technischen Gremium, das politisch nicht verantwortlich ist, sei letztlich zuviel Entscheidungsmacht übergeben. Es ist nicht auszuschließen, daß diese technischen Kreise, die nicht legitimiert sind, politische Entscheidungen zu treffen, über ihre Stellungnahme zum Stand von Wissenschaft und Technik letztlich eine politische Einschätzung mit abgeben.

B.) Probabilistische Grundsätze und Regelungen zur Ergänzung der deterministisch konzipierten Gefahrenbeurteilung im Atomrecht

I.) Probabilistische Ergänzungen in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)

1.) Probabilistisch motivierter Strahlenschutzgrundsatz "so gering wie möglich"

Mit dem deterministischen Grenzwertkonzept ist keine absolute Sicherheit vor der Strahlengefahr gegeben. Trotz der Feststellung, daß durch die Einhaltung von Dosisgrenzwerten eine Schädigung von Umwelt, Bevölkerung und Betriebspersonal praktisch ausgeschlossen ist, bleibt - wie oben in Abschnitt A.II. bereits erwähnt - die wegen der stochastischen Natur der Grenzwerte bestehende Unsicherheit sowie eine kognitive Ungewißheit, ob sich die zugemutete Strahlenbelastung doch einmal - mit dem Fortschritt der Erkenntnis - als schädigend herausstellen wird. ¹⁵⁾

Hier wird die bereits im 1. Kapitel aufgezeigte Problematik einer deterministischen Betrachtungsweise an einem konkreten Fall deutlich. Einerseits wird behauptet, daß alle Maßnahmen zum Schutz vor Strahlenschäden ergriffen worden sind, andererseits ist es aber aufgrund der Erfahrung unmöglich, eine absolute Sicherheit zu gewährleisten. Es werden deshalb nach einem "Standard der praktischen Vernunft" ausreichende Maßnahmen festgelegt. Dabei braucht - mit den Worten von Breuer ¹⁶⁾ gesprochen - eine Strahlenschädigung dann nicht mehr in Betracht gezogen werden,

15)OVG Lüneburg, DVBl 1977, 340 (342), gab deshalb zu bedenken, ob die Festlegung von höchstzulässigen Strahlenbelastungen vom Gesetzgeber an den Verordnungsgeber delegiert werden darf.

16)DVBl 1978, 829 (835)

wenn es aufgrund der getroffenen Vorsorgemaßnahmen und des Erkenntnisstandes der führenden Naturwissenschaftler und Techniker praktisch nicht vorstellbar ist, daß eine Strahlenschädigung eintritt.

Das Bundesverfassungsgericht hat diese Überlegung in seinem "Kalkar-Beschluß" aufgegriffen und dazu ausgeführt: ¹⁷⁾

"Vom Gesetzgeber im Hinblick auf seine Schutzpflicht eine Regelung zu fordern, die mit einer absoluten Sicherheit Grundrechtsgefährdungen ausschließt, die aus der Zulassung technischer Anlagen und ihrem Betrieb möglicherweise entstehen können, hieße die Grenzen menschlichen Erkenntnisvermögens verkennen und würde weithin jede staatliche Zulassung der Nutzung von Technik verbannen. Für die Gestaltung der Sozialordnung muß es insoweit bei Abschätzungen anhand praktischer Vernunft bewenden."

Das deterministische Dosisgrenzwertkonzept stützt sich nur auf ein Annäherungswissen, das - mit Worten des Bundesverfassungsgerichtes (Kalkar-Beschluß) - nicht volle Gewißheit vermittelt, sondern durch jede neue Erfahrung korrigierbar ist und sich insofern immer nur auf dem neuesten Stand unwiderlegten möglichen Irrtums befindet. Neue Erfahrungen werden einerseits durch die laufende statistische Erfassung von Strahlenschäden und andererseits durch die naturwissenschaftliche Untersuchung von Strahlenwirkungen gewonnen.

Da also trotz des deterministischen Dosisgrenzwertkonzeptes ein Irrtum stets möglich ist, gilt, daß die Sicherheit vor Strahlengefahren letztlich doch nur probabilistisch beurteilt werden kann. Das heißt, volle Gewißheit über die Schadlosigkeit ist nicht erreichbar. Die Strahlenschutzverordnung trägt diesem probabilistischen Aspekt Rechnung, indem sie in § 28 Abs. 1 StrlSchV den Strahlenschutzgrundsatz "so gering wie möglich" aufstellt.

17) BVerfGE 49, 89, 143 (1979) = ET 1979, 40 (45, 1. Sp.)

Danach ist jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination entweder zu vermeiden oder, wenn die Strahlenexposition bzw. Kontamination unumgänglich ist, unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten; das heißt, völliges Vermeiden jeglicher Strahlenbelastung wird nicht gefordert, wohl aber ein Optimum an Strahlenschutz, das sich an den höchstzulässigen Dosiswerten orientiert.

Obwohl durch das deterministische Dosisgrenzwertkonzept Schäden praktisch ausgeschlossen sind, will man wegen der stochastischen Unsicherheit und der kognitiven Ungewißheit ergänzend Vorsorge gegen denkbare gesundheitliche Auswirkungen von Strahlenbelastungen unterhalb der Grenzwerte treffen.¹⁸⁾ Den probabilistischen Unsicherheiten wird also durch die Vorsorge nach dem Grundsatz "so gering wie möglich" begegnet. Folglich wird das deterministische Grundkonzept der Dosisgrenzwerte durch einen probabilistisch motivierten Strahlenschutzgrundsatz ergänzt.

2.) Grenzwertanpassung anhand probabilistischer Kriterien in § 28 Abs. 3 Satz 5 StrlSchV

Die Ergänzung des deterministischen Grundkonzeptes der StrlSchV durch probabilistische Elemente wird besonders deutlich und konkret in der Anpassung von Dosisgrenzwerten für Sonderfälle anhand probabilistischer Kriterien gemäß § 28 Abs. 3, Satz 5 StrlSchV. Danach kann die Genehmi-

18) Vergleiche auch H. Schattke, DVBl 1979, 652, zu den Grenzen des Strahlenminimierungsgebots. Auf die über die Gefahrenabwehr hinausgehende Risikovorsorge genauer eingehend, R. Breuer, DVBl 1978, 829, sowie Bender NJW 1979, 1425 und H. Albers, Gerichtsentscheidungen zu Kernkraftwerken, 1980, S. 93 ff (Argumente in der Energiediskussion, Bd. 10).

gungsbehörde für Kernkraftwerke von Demonstrations- oder Prototypcharakter unter Berücksichtigung des Einzelfalles im Rahmen der Störfallvorsorge auch andere als in Abs. 3 angegebene Werte der Körperdosen in der Umgebung der Anlage festlegen. Sie kann sich dabei insbesondere nach dem Gefährdungspotential und nach der Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines Schadens richten.

Wenn also bei einem neu entwickelten Anlagentyp durch das angewandte technische Verfahren der Wahrscheinlichkeitsgrad für einen Schaden deutlich von den bisher üblichen Werten abweicht, ist ein Überdenken der zulässigen Körperdosen zulässig.¹⁹⁾ Für die Änderung der zulässigen Körperdosen ist hierbei ein probabilistisches Kriterium entscheidend. Der Behörde ist somit gemäß § 28 Abs. 3 Satz 5 StrlSchV ausdrücklich die Möglichkeit eröffnet, in bestimmten Fällen geplante Vorsorge- und Abwehrmaßnahmen in Relation zur Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden zu setzen. Insofern werden die Maßnahmen einem wesentlichen Faktor für den Grad der Gefährlichkeit angepaßt.

Allerdings ist auch hier die deterministische Festlegung von höchstzulässigen Strahlenbelastungen das Grundkonzept. Die Übertragung von bestimmten, für die Planung von kommerziellen Kernkraftwerken relevanten zulässigen Störfalldosiswerten auf andere, modifizierte kerntechnische Anlagen erfolgt lediglich ergänzend anhand eines probabilistischen Kriteriums (Eintrittswahrscheinlichkeit möglicher Schäden!). Probabilistische Logik ist hier insoweit ein Hilfsmittel zur Auswahl geeigneter Anforderungen.

19) In diesem Sinne hat das VG Düsseldorf im Hinblick auf die Genehmigung des Prototyps "Schneller Brüter" (VG Düsseldorf, ET 1974, 145 (147)) die zulässigen Grenzwerte überprüft.

II.) Probabilistische Ergänzungen in administrativen Richtlinien

Gemäß Art. 20 Abs. 3 GG ist die Verwaltung auf das Prinzip der Gesetzmäßigkeit festgelegt. Der Gesetzgeber hat - wie dargelegt - ein deterministisches Konzept für die atomrechtliche Gefahrenbeurteilung vorgegeben. Daß - wie festgestellt - die Grundidee der administrativen Reaktorsicherheitsphilosophie ebenfalls deterministisch ist, bestätigt die Gesetzmäßigkeit des Handelns der Exekutive.

Die Verwendung von unbestimmten Rechtsbegriffen in den gesetzlichen Vorgaben macht aber eine Konkretisierung dieser Begriffe durch detaillierte Anforderungen und Regelungen notwendig. So nimmt zum Beispiel die erforderliche Vorsorge gegen Schäden in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG Bezug auf einen Kenntnisstand ("Stand von Wissenschaft und Technik"), der auch nach Auffassung des Bundesverfassungsgerichts letztlich immer nur ein Annäherungswissen sein, nicht aber volle Gewißheit vermitteln kann. Dieses probabilistische Element bei der Gewährleistung der technischen Sicherheit eines Kernkraftwerkes führt auf der administrativen Ebene dazu, nicht nur deterministische Kriterien bei der Beurteilung der Qualitätssicherung und Beherrschung der Störfälle anzuwenden, sondern - soweit möglich - die Zuverlässigkeit einzelner Komponenten und Systeme mit probabilistischen Analysen ergänzend zu untersuchen.

Dementsprechend wird in der Anmerkung zum Kriterium 1.1 der "Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke des Bundesministers des Innern" der probabilistischen technischen Zuverlässigkeitsprüfung folgende ergänzende Rolle zugewiesen:

"Zur Überprüfung der Ausgewogenheit des Sicherheitskonzeptes sind - in Ergänzung der Gesamtbeurteilung der Sicherheit des Kernkraftwerkes aufgrund deterministischer Methoden - die Zuverlässigkeiten sicherheitstechnisch wichtiger Systeme und Anlageteile mit Hilfe probabilistischer Methoden zu bestimmen, soweit dieses nach dem Stand von Wissenschaft und Technik mit der erforderlichen Genauigkeit möglich ist."

Des weiteren sind in der "Merkpostenaufstellung für einen Standardsicherheitsbericht für Kernkraftwerke" ²⁰⁾ unter Punkt 5 Angaben über das Ergebnis einer probabilistischen Störfallanalyse erwünscht:

"Es kann gegebenenfalls eine Häufigkeitsbewertung des auslösenden Ereignisses abgegeben werden; gegebenenfalls kann der Sicherheitsbericht ein Schema mit graphischer Darstellung und Angabe der Ereignisse für Störfälle enthalten".

Im Ergebnis kann man also feststellen, daß probabilistische Analysen und deren Logik über den Begriff der Zuverlässigkeit von technischen Systemen als ergänzende Betrachtungsweise Eingang in die atomrechtliche Gefahrenbeurteilung der Administrative finden. Man trägt damit dem probabilistischen Aspekt Rechnung, daß die Sicherheit technischer Einrichtungen immer nur bis zu einem dem Annäherungswissen entsprechenden maximalen Grad gewährleistet werden kann. Diese unausräumbare Ungewißheit ist demnach in der gegenwärtigen administrativen Reaktorsicherheitsphilosophie Anlaß für die zusätzliche Beachtung von zahlenmäßigen Wahrscheinlichkeitsangaben.

20) Bekanntmachung des BMI vom 26.7.1978, Az. RS I4 - 513 807/2

C.) Besondere Beachtung probabilistischer Analyseergebnisse im Atomrecht

I.) Anlaß für die besondere Beachtung probabilistischer Analysen im Atomrecht

1.) Betonung des Vorsorgegrundsatzes durch den Gesetzgeber

Aufgrund der neuartigen und möglicherweise besonders großen Gefährdung durch die friedliche Nutzung der Kernenergie hat der Gesetzgeber eine über das übliche Maß hinausgehende Vorsorge gegen Schäden gefordert. Gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG bestimmt sich die erforderliche Vorsorge nach dem Stand von Wissenschaft und Technik. Nach herrschender Meinung hat sich deshalb die Vorsorge nicht nur mit gegenwärtig bereits machbaren Möglichkeiten der Technik zu begnügen.²¹⁾

Hier wird also deutlich, daß eine Abwehr von Gefahren im Sinne des traditionellen Gewerberechts nicht genügt. Die

21) Das BVerfG (BVerfGE 49, 89 (137)) billigt die Verwendung der unbestimmten Rechtsbegriffe in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG, "weil sie einem dynamischen Grundrechtsschutz dient. Sie hilft den Schutzzweck des § 1 Nr. 2 AtG jeweils bestmöglich zu verwirklichen". Das BVerfG kommt zu diesem Ergebnis, nachdem es festgestellt hat: "Mit der Bezugnahme auch auf den Stand von Wissenschaft übt der Gesetzgeber einen stärkeren Zwang (Anmerkung: als bei der Bezugnahme allein auf den Stand der Technik) dahin aus, daß die rechtliche Regelung mit der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung Schritt hält. Es muß diejenige Vorsorge gegen Schäden getroffen werden, die nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen für erforderlich gehalten wird ..., die erforderliche Vorsorge wird mithin nicht durch das technisch gegenwärtig Machbare begrenzt, (vergleiche hierzu auch BVerfG, DVBl 1972, S. 680; Lecheler ZRP 1977, S. 243; insoweit auch VG Freiburg, NJW 1977, S. 1647)"

dabei entwickelten gewerberechtlichen Grundsätze zur Gefahrenabwehr erscheinen deshalb im kerntechnischen Bereich als zu grob. ²²⁾ Wegen dieser Unzulänglichkeiten im überkommenen Rechtsbegriff von Gefahr betonte das OVG Lüneburg ²³⁾ den Vorsorgegedanken als ergänzendes Prinzip bei der Gefahrenabwehr.

2.) Betonung des Vorsorgegrundsatzes durch das moderne Umweltschutzverständnis und die Rechtsprechung zum Atomgesetz

Die Betonung der Vorsorge im Atomrecht wird durch das moderne Umweltschutzbewußtsein noch verstärkt. Letzteres versteht Vorsorge nicht nur als bloßes Reagieren auf Umweltbeeinträchtigungen, sondern vornehmlich als eine entsprechende prophylaktische Umweltgestaltung. Wie Feldhaus ²⁴⁾ dazu ausführte, ergeben sich daraus eine Reihe von Leitlinien. So kann die Sicherung einer menschenwürdigen Umwelt durch vorbeugende Maßnahmen vor allem das Entstehen von Gefahrenquellen verhindern. Das stellt Zielforderungen an die mit dieser Vorsorge betrauten Verwaltungen und führt bei der Realisierung direkt zum Pla-

22) So auch Winters, Atom- und Strahlenschutzrecht, S. 25

23) DVB1 1977, 340 (344)

24) G. Feldhaus; DÖV 1974, 613

nungsrecht. 25)

Rechtsprechung und Administration haben bei der Anwendung des Atomgesetzes darauf hingewirkt, daß - soweit wie möglich - die Vorsorge gegen nukleare Schäden auch planerische und gestalterische Ziele des modernen Umweltschutzes verfolgt.

Dieses Bestreben zeigt sich in der analogen Anwendung des BImSchG für spezielle Auslegungsfragen zum Atomgesetz 26) sowie in der intensiven Anwendung des Vorsorgegedankens in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG und des Strahlenschutzgrundsatzes

-
- 25) Das Atomgesetz wurzelt im Gewerberecht. Für die Lösung von planerischen und gestalterischen Zielen ist aber das im wesentlichen nur reagierende gewerbliche Konzept des AtG ungeeignet. Die Genehmigung von Kernkraftwerken muß nämlich eher als eine vorausschauende, planende Entscheidung charakterisiert werden. Die Genehmigung von Kernkraftwerken ist verstrickt in volkswirtschaftliche Notwendigkeiten, Zielvorstellungen und Anforderungen des Umweltschutzes. Ossenbühl bezeichnet deshalb die Rechtslage im Atomrecht "als Mißgestalt, die gesetzlich verordnet ist." Ossenbühl, DVBl 1978, S. 1 (7. 2. Sp.).
- 26) Mitunter wird ganz konkret die Gesetzgebung zum Umweltschutz in die Genehmigung nach § 7 AtG einbezogen, um Folgeschäden aus der Anwendung der Kernenergie vorsorglich durch geeignete Maßnahmen abzuwehren. So legte das VG Schleswig (ET 1977, S. 307 (308)) im Hinblick auf den Begriff "Betrieb" in § 7 AtG die Anforderung in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG im Sinne der vergleichbaren Regelung in § 5 BImSchG aus, da auch das BImSchG vom gleichen vorrangigen Schutzzweck (§ 1 BImSchG) wie das AtG (§ 1 Nr. 2 AtG) bestimmt ist. Auch der Begriff "Anlage" wurde im Hinblick auf immissionsschutzrechtliche Regelungen erweitert. So begründete der Bad.-Württ. VGH die Erweiterung des Begriffes "Anlage" durch Bezugnahme auf § 22 BImSchG i.V.m. § 4 ff BImSchG. Diese Erweiterung sei immer dann geboten, wenn nichtnukleare Teile in einem wechselseitigen, sicherheitsmäßigen Zusammenhang mit dem nuklearen Teil des KKW stehen, selbst aber nicht von den Vorschriften nach § 4 ff BImSchG erfaßt werden (VGH Bad.-Württ. ET 1975. 541 (549 ff)).

"so gering wie möglich" (§ 28 Abs. 1 StrlSchV), in der großen Kontrolldichte ²⁷⁾ wie in der umfangreichen Beweiserhebung ²⁸⁾ bei der richterlichen Kontrolle der Genehmigung.

Insbesondere die Prüfung geographischer, meteorologischer, hydrologischer, geologischer, seismotektonischer und radiologischer Verhältnisse unter Berücksichtigung der Be-

27) Im Interesse eines effektiven Rechtsschutzes beanspruchen die Verwaltungsgerichte grundsätzlich eine umfassende Nachprüfung der erteilten atomrechtlichen Genehmigungen. Im Urteil des VG Würzburg in Sachen "KKW Grafenrheinfeld" (NJW 1977, 1649 (1650, 1. Sp.) = ET 1977, 444) wird dezidiert und definitiv die Ablehnung eines gerichtsfreien Beurteilungsspielraums kundgetan: "... verwaltungsgerichtlich voll nachprüfbar, bzw. ... vollinhaltlich nachprüfbare Rechtsfragen ...". In einem Urteil des Schleswig-Holsteinischen Verwaltungsgerichts (ET 1980, S. 305 (306)) heißt es: "Im Einzelfall haben die Gerichte zu prüfen, ob Anhaltspunkte dafür bestehen, daß diese Regeln und Leitlinien fehlerhaft und willkürlich zustandegekommen sind, und ob wegen des Vorliegens eines atypischen Sachverhaltes ein Abweichen von den Regeln erforderlich erscheint. Ferner sind die übrigen Entscheidungsgrundlagen der Genehmigungsbehörden, insbesondere die Sachverständigengutachten, daraufhin zu überprüfen, ob aufgrund dieser konkreten Ermittlungen eine atomrechtliche Genehmigung erteilt werden konnte." Die obigen Stimmen für eine umfassende richterliche Nachprüfung sind beispielhaft und lassen sich durch viele weitere ergänzen. Es gibt aber auch Gegenstimmen, die sich neuerdings mehren: siehe dazu z.B. Schlußvortrag von D. Sellner auf dem 7. Deut.AtomR.Symp. am 16./17. März 1983)

28) Die Verwaltungsgerichte sehen sich bei der Beurteilung des Gesamtkonzeptes hinsichtlich der beantragten Emissionen und durch die Möglichkeit verschiedenster hypothetischer Störfälle zu umfangreicher Beweisaufnahme und intensiver Auseinandersetzung mit den angeführten Tatbeständen gezwungen. Die Entscheidungsbegründungen des OVG Münster (z.B. in ET 1975, 220), des OVG Mannheim (zum KKW Whyl am 8.10.1975 (z.B. in ET 1975, 541) oder am 30.3.1982), des OVG Lüneburg (z.B. in DVBl 1977, 340), des VG Freiburg (z.B. in ET 1977, 626), des VG Würzburg (z.B. in ET 1977, 444), des OVG Oldenburg (z.B. in ET 1979, 651) etc. sind beredte Beispiele dafür.

völkerungsverteilung und benachbarter Anlagen ²⁹⁾ sowie nicht zuletzt die Beachtung globaler Auswirkungen der Kernenergie im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens und bei der richterlichen Kontrolle der Genehmigung macht deutlich, daß bei der atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung die Wechselwirkung der Anlagen mit der Umwelt und somit ein Stück Umweltgestaltung bei der Entscheidung ansteht.

Der Vorlage-Beschluß des OVG Münster ³⁰⁾ in Sachen "Schneller Brüter" ist beispielhaft für die Ansätze der Rechtsprechung, den prophylaktischen Gestaltungsgrundsatz des Umweltschutzes in das Atomrecht aufzunehmen. In diesem Beschluß stellt das Gericht vor allem auf die gestalterischen Auswirkungen einer Genehmigung des "Schnellen Brütters" für die Volkswirtschaft und den Umweltschutz ab. ³¹⁾

29) So zum Beispiel ausführlich geprüft vom VG Schleswig (ET 1973, S. 321 (323) und ET 1974, S. 444 (445)). Anhand der von der Reaktorsicherheitskommission (RSK) am 3.11. 1971 empfohlenen Richtlinien für die Standortprüfung untersuchte die Kammer des VG Schleswig ausführlich standortbezogene Fragen.

30) OVG Münster, DÖV 1977, 854 (= ET 1977, 705)

31) Eine bloße Überprüfung der Genehmigungsvoraussetzungen könnte eine gefährliche Plutoniumwirtschaft entstehen lassen. Dies könne anhand der Genehmigungsvoraussetzungen in § 7 AtG nicht ausreichend berücksichtigt werden. Auch können in diesem Verfahren weder die Notwendigkeit der Sicherung der Energieversorgung noch arbeitsmarktpolitische Gesichtspunkte dagegen aufgewogen werden. Jedenfalls seien die möglichen Folgen, Gefahren und irreversiblen Zwänge, die sich an den Bau "Schneller Brüter" knüpfen könnten, so gewichtig, daß dazu eine gesetzgeberische Entscheidung notwendig sei, weil das Atomgesetz vom Konzept her keine Entscheidungsgrundlage für solche weitreichenden, gestalterischen Vorhaben, hinter denen politische Zielvorstellungen und Planungen stehen, sein könne.

Die Verschränkung der Vorsorgepflicht in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG mit der Entsorgungspflicht nach § 9a Abs. 1 AtG durch das OVG Lüneburg kann als weiteres Beispiel für die Betonung der vorsorglichen Gestaltung der Kernenergienutzung angesehen werden.³²⁾

II.) Besondere Beachtung probabilistischer Analysen zur Beurteilung auch weit entfernter Schadensmöglichkeiten

Gemäß obigen Ausführungen stehen im Genehmigungsverfahren und bei dessen gerichtlicher Kontrolle oft mehr die allgemeinen und globalen Auswirkungen des Betriebs von Kernkraftwerken und die umweltgefährdenden Störfälle im Vordergrund als eine den jeweiligen Kläger individuell treffende konkrete Gefahr.³³⁾ Dementsprechend werden bei der gerichtlichen Überprüfung von atomrechtlichen Genehm-

32) Hier erregte der gestalterische Aspekt der Auswirkungen der Kernenergienutzung hinsichtlich des Brennstoffkreislaufes die Besorgnis des OVG Lüneburg, so daß es die Entsorgungspflicht in § 9a Abs. 1 AtG mit der Vorsorgepflicht in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG verschränkte (OVG Lüneburg, ET-1978, 34 (41)).

33) Ausnahme VG Karlsruhe: Es sprach sich in Sachen Kernkraftwerk Philippsburg II ausdrücklich dagegen aus, daß das Gewicht eines subjektiv öffentlichen Anspruches einer Einzelperson auf Schutz von Leben, Gesundheit und Vermögen gleichsam mit dem tausendfachen Gewicht aller gefährdeten - auch fremden Rechtsgüter - verstärkt werden kann. Es weist im Gegenteil darauf hin, daß das günstige Abschneiden kerntechnischer Risiken im Vergleich mit anderen zivilisatorischen Schadensursachen nur schwerlich zu leugnen ist (mit Verweis auf statistische Erkenntnisse und probabilistische Analysen!), ET 1978, 606 (610). Grundsätzlich reicht aber die praktische Klagemöglichkeit gegen die Genehmigung eines Kernkraftwerkes so weit, daß sie der rechtsdogmatisch ausgeschlossenen Popularklage nahekommt. Das beruht auf der Möglichkeit weitreichender Auswirkungen eines nuklearen Schadensereignisses.

migungen nicht nur die objektiven und naheliegenden Möglichkeiten eines Schadenseintritts behandelt, sondern auch weit entfernte Schadensmöglichkeiten. Selbst Angaben über rein hypothetische Geschehensabläufe werden in die Betrachtung detailliert einbezogen. Es genügen schon geringste Wahrscheinlichkeitsgrade für Zusammenhänge, die zu einem umweltgefährdenden Großunfall führen könnten; oder auch nur der bloße Verdacht einer Möglichkeit von Strahlenschäden aufgrund hypothetischer Annahmen in der wissenschaftlichen Welt, um sie als sicherheitsbedeutsam bei der gerichtlichen Kontrolle des Genehmigungsverfahrens zu behandeln. Das betonte Vorsorgeprinzip führt deshalb zwangsläufig auf eine stärkere Beachtung auch geringer Wahrscheinlichkeitsgrade für den Eintritt von Schäden und letzten Endes zu einer verstärkten und differenzierten Beachtung des Faktors "Wahrscheinlichkeit" als wesentlichen Bestandteil einer Gefahrenbeurteilung. Insofern berücksichtigt eine betonte Vorsorge im Atomrecht auch alle möglichen Wahrscheinlichkeitszusammenhänge.

Als Grundlage für eine dementsprechende Beurteilung kommen insbesondere Risikoanalysen in Frage, da diese besondere Form der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung dem Gutachter ermöglicht, sein Urteil über die abstrakt konstruierten Unfallabläufe mit Hilfe numerischen Datenmaterials und computerunterstützter Systemanalyse genauer und objektiver zu belegen. Dadurch wird eine gesicherte Entscheidungsgrundlage für die Rechtsfindung angeboten.

Das OVG Münster ³⁴⁾ sieht vor allem darin die Vorteile der probabilistisch quantifizierenden Sicherheitsanalyse:

34)ET 1975, S. 220 (230 ff)

"... ist anzunehmen, daß eine solche Sicherheitsanalyse nach der Wahrscheinlichkeitsmethode, die immerhin bereits im Jahre 1967 von mehreren Fachleuten auf internationaler Ebene vorgeschlagen wurde (vergleiche die Nachweise bei Watzel, atw 1971, 533 (534)) für die Genehmigungsbehörde und das Gericht eine objektivere und vor allem exaktere Beurteilung ermöglichen könnte. 35) Auch ist zu erwarten, daß mit fortschreitendem Stand von Wissenschaft und Technik und zunehmender Detailkenntnis über die komplexen Zusammenhänge in den Sicherheitssystemen und Kernenergieanlagen auf diesem Wege die Möglichkeit besteht, die Beurteilungsgrundlagen laufend zu verbessern und mit einer wachsenden Ausweitung der Kernenergie-Anwendung eine für wünschenswert gehaltene Verminderung des für die Allgemeinheit aus einer steigenden Anzahl von Kernkraftwerken kumulierten Risikos zu kontrollieren."

III.) Probleme der Rechtsprechung zum Atomrecht aus der besonderen Beachtung probabilistischer Analysen

Die Abweichung von den konventionellen Beurteilungsgrundlagen durch Einbeziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in Form probabilistischer Analysen konfrontiert die rechtliche Bewertung der abstrakten Gefährlichkeit technischer Anlagen mit konkreten Zahlenangaben. Durch konkrete Zahlenangaben für ein technisches Risiko wird aber unter Umständen der Eindruck erweckt, die zahlenmäßig abgeschätzten Gefahren seien konkret bei der strittigen Anlage zu befürchten, obwohl im Grunde lediglich abstrakte Vermutungen über äußerst unwahrscheinliche Verkettungen sehr unwahrschein-

35) Siehe auch Franzen, Umweltschutz bei nuklearer und konventioneller Energieerzeugung (Strahlenschutz in Forschung und Praxis, Bd. XII), Stuttgart 1973, S. 141 ff (154 f).

licher Einzelereignisse zahlenmäßig ausgedrückt werden. 36)
Dies wird bei der Entscheidung des OVG Lüneburg in Sachen
"KKW Stade" bei der Beurteilung der Bedrohung des Einzelnen
durch erhöhte Umweltradioaktivität besonders deutlich. 37)

Gerade wegen der Abschätzungen
mit Hilfe mathematischer Sta-
tistik sah der Senat des OVG Lüneburg die Umwelt-
gefahren durch Kernkraftwerke allgemein erhöht und ver-
langte eine weitere Herabsetzung der radioaktiven Emis-
sionswerte zum Schutze des Einzelnen:

"Auch die statistisch berechenbare lebensbedrohende Er-
krankung einzelner Personen aufgrund radioaktiver Emis-
sionen der KKW muß als Gefahr angesprochen werden." 38)

Die Rezeption von Wahrscheinlichkeitsberechnungen (z.B.
durch probabilistische Analysen) in rechtliche Bewertun-
gen ist also zweischneidig. Einerseits können mit Hilfe
probabilistischer Analysen entfernte Schadensereignisse

36) So erregt gerade die quantitative Abschätzung der Wahr-
scheinlichkeit für ein Bersten des Reaktordruckbehäl-
ters die Besorgnis des VG Freiburg. In Anbetracht der
möglicherweise hohen Opfer hat für das Gericht selbst
ein sehr geringer Zahlenwert für die Eintrittswahr-
scheinlichkeit noch eine so hohe Bedeutung, daß ihm
der Aufwand für eine Reduzierung dieser Gefahr "auf
Null" gerechtfertigt erscheint (VG Freiburg, ET 1977,
626, 634, 2. Sp.)

37) OVG Lüneburg, DVBl 1977, S. 340 (344, 1. Sp.)

38) Das Gericht verfolgt diesen Grundsatz aber nicht konse-
quent bis zum Ende. Es spricht sich nämlich nicht ge-
gen das Konzept von Grenzdosiswerten aus, obwohl bei
diesem Konzept stets rechnerisch ein Erkrankungsrisiko
für einzelne Personen aufgrund radioaktiver Emissionen
der KKW ermittelt werden kann. Das Gericht gibt am Ende
lediglich zu bedenken, daß die Höhe der zumutbaren Strah-
lenrisiken durch Gesetz festgelegt werden und nicht
dem Ermessen des Verordnungsgebers überlassen werden
sollte.

bzw. abstrakte Wahrscheinlichkeitszusammenhänge untersucht werden, um den Sachverhalt näher aufzuklären. Hierbei kommt der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit von entfernten Schadensmöglichkeiten nur die Bedeutung eines Hilfsmittels zur Entscheidungsfindung zu. Andererseits können jedoch die probabilistischen Analysen bei der Entscheidungsfindung leicht überbewertet werden, wie es zum Beispiel bei der oben erwähnten Entscheidung des OVG Lüneburg geschehen ist.

Eine nähere Klärung der Rolle der Wahrscheinlichkeitsrechnung bei rechtlichen Bewertungen ist also notwendig. Dies soll im zweiten Teil der vorliegenden Arbeit erfolgen.

Z W E I T E R T E I L

P R O B L E M L Ö S U N G

4. K a p i t e l

Die Problematik der Wahrscheinlichkeitsbeurteilung in atomrechtlichen Gerichtsentscheidungen und Folgerungen für die Problemlösung

Anhand einiger repräsentativer Entscheidungen aus der atomrechtlichen Rechtsprechung wird in diesem Kapitel untersucht, wie sich bisher die richterliche Gefahrenbeurteilung mit der probabilistisch quantifizierbaren Realität, nur relative Sicherheit ¹⁾ erreichen zu können, auseinandergesetzt hat.

These:

Es hängt wesentlich vom erkenntnistheoretischen Standpunkt über kausale Zusammenhänge ab, ob bei einem technischen Sachverhalt ein rechnerisch ermittelter und vergleichsweise sehr geringer Wahrscheinlichkeitsgrad ein Indiz für Gefahrlosigkeit sein kann, oder ob bereits die bloße Tatsache der Berechenbarkeit bestimmter Wahrscheinlichkeiten als Gefahrentatbestand gewertet wird.

1) G. Süßmann forderte auf dem 3. GRS-Fachgespräch über Probleme der Reaktorsicherheit, sich intensiv mit dem Begriff "relative Sicherheit" auseinanderzusetzen, weil nur dann Sicherheitsfragen sachgerecht beantwortet werden können. Dazu müsse man lernen mit stochastischen Kategorien zu argumentieren: "Richtige Wahrscheinlichkeitsüberlegungen bewahren uns vor falschen Alternativen". Abdruck des Vortrages "Ideologie und Ethik im Spannungsfeld der Kernenergie-Diskussion" im Bericht der Gesellschaft für Reaktorsicherheit, GRS - 16, April 1980, S. 2 (5).

A.) Erste Fallgruppe: Quantitativer Wahrscheinlichkeitsgrad als ein den Gefahrenausschluß bestätigendes Indiz

I.) Erstes Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um die KFA Jülich

Schon im ersten großen Rechtsstreit um Atomreaktorgenehmigungen zog das VG Aachen eine quantitative Schätzung des Wahrscheinlichkeitsgrades für einen Reaktorunfall mit Gefährdung für die Außenwelt heran.²⁾ Danach wurde ein solches Ereignis auf $1:10^5$ bis $1:10^9$ pro Jahr beziffert.

Diese Quantifizierung der Unfallwahrscheinlichkeit sollte jedoch nur erläutern, daß der Bruch mit dem bürgerlich-rechtlichen Prinzip der unbeschränkten Haftung kaum praktische Bedeutung erlangen wird und in der Bemessung der Haftungshöchstgrenze schon allen Eventualitäten Rechnung getragen worden ist.³⁾ Im übrigen war das Gericht davon überzeugt, daß (nach dem Stand von Wissenschaft und Technik) alle Sicherheits-, Warn- und Schutzvorrichtungen

2) VG Aachen, Erler/Kruse/Pelzer, Atomenergierecht, K 2123, Bl. 24 b unter Hinweis auf Graul, Atompraxis 1957, 468

3) Die programmatische Rede von Staatssekretär G. Hartkopf im Bundesinnenministerium, 6. Deutsch. AtomR. Symp., 1979, kündigte die Beseitigung dieses Bruches an. J.K. Pfaffelhuber nahm bei dieser Veranstaltung im einzelnen dazu Stellung. Die Eventualitäten sind danach auch aufgrund der jetzigen Kenntnis unreal. Doch soll durch die ausdrückliche Zurücknahme der Haftungshöchstgrenze jede erdenkliche Vorsorge zur Minimalisierung von eventuellen Schäden getroffen werden. Die Absicht der Rücknahme wird allein damit begründet, daß sich der Eintritt eines derartigen Ereignisses unbeschadet aller dagegen sprechenden bisherigen Erkenntnisse und Erfahrungen mit letzter Sicherheit nicht ausschließen läßt.

darauf angelegt sind, selbst den unwahrscheinlichsten Betriebsstörungen vorzubeugen, zumindest aber Schadensfolgen abzuwenden oder zu lokalisieren. Auf diesem Hintergrund wurde der in die Entscheidung rezipierte quantifizierte Wahrscheinlichkeitsgrad als ein Indiz für die Gefährlosigkeit der Reaktoranlagen in Jülich angesehen:

"Reaktoranlagen nehmen ... nur wegen des denkbaren Ausmaßes etwaiger Schäden eine Sonderstellung ein, während sie vergleichsweise harmlos sind, wenn man auf den Wahrscheinlichkeitsgrad von umweltgefährdenden Betriebsergebnissen abstellt." 4)

II.) Zweites Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Wür-gassen

Im revidierten Urteil des OVG Münster ⁵⁾ zum KKW Würgassen befaßte sich der Senat mit der Notwendigkeit quantitativer Sicherheitsanalysen bei der Überprüfung der Genehmigungsvoraussetzungen. Da die verbleibenden Risiken nach Möglichkeit gering zu halten seien, könne sich die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtungsweise ergeben, nämlich, wie relativ unwahrscheinlich für eine Kernenergieanlage ein nicht beherrschbarer Störfall sein muß, um den gesetzlichen Anforderungen der nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge gerecht zu werden.

Insofern erwägt der Senat die Möglichkeit, quantitative Wahrscheinlichkeitsangaben als ein Indiz für die Gefährlosigkeit einer Kernenergieanlage in die Gefahrenbeurteilung zu rezipieren. Die Übertragbarkeit der damals be-

4)VG Aachen, Erler/Kruse/Pelzer, Atomenergierecht, K 2123, Bl. 38 (Unterstreichungen im Zitat vom Verfasser der vorliegenden Arbeit)

5)OVG Münster, ET 1975, S. 220

kannten Zahlenergebnisse aus der amerikanischen Risiko-
studie ⁶⁾ von Rasmussen auf deutsche Reaktoren war jedoch
nach Überzeugung des Senats nicht gegeben. Die Studie kam
daher nicht als unmittelbare Erkenntnisquelle in Betracht.
Des weiteren ergaben sich auch keine substantiierten An-
haltspunkte dafür, daß mit einer quantitativen Sicherheits-
analyse das durch die qualitative Überprüfung nach dem
Stand von Wissenschaft und Technik bereits erreichte Sicher-
heitsziel in Frage gestellt werde. Somit sah sich der
Senat auch in Anbetracht der Ergebnisse quantitativer
Sicherheitsanalysen in seiner Überzeugung von der Gefahr-
losigkeit der Anlage nicht widerlegt sondern eher bestä-
tigt.

III.) Drittes Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Gra- fenrheinfeld

Im Hinblick auf die Schadensstatistik bei Kernkraftwerken
stellte der Bay. VGH fest, ⁷⁾ daß bisher kein Fall einer
ernsthaften Gefährdung von Menschen und Sachen durch nu-
kleare Einwirkung bekannt geworden sei, und daß das Risiko
einer Schädigung durch laufende Messungen und Kontrollen
vermindert würde. Aus den Zahlenangaben für die Eintritts-
wahrscheinlichkeit von Schäden folgte der Bay. VGH, daß
die Gefahr für das Fehlen von Schutzvorkehrungen nach dem
Stand von Wissenschaft und Technik tatsächlich gering sei.

6) Rasmussen, Reactor Safety Study, WASH 1400, US Nuclear
Regulatory Commission, Oktober 1975

7) Bay VGH, ET 1975, 51 (57). Damals war zwar noch nicht
der aufsehenerregende Störfall im KKW TMI-2 bei Harris-
burg eingetreten, doch auch dieser Störfall hat weder
Menschen ernsthaft geschädigt noch sonstige nachweisba-
re Schäden in der Umgebung angerichtet (vgl. hierzu
auch Deutsche Risikostudie, S. 249).

Das VG Würzburg⁸⁾ befaßte sich im Urteil zum KKW Grafenrheinfeld mit dem Wahrscheinlichkeitsgrad an sich denkbaren Schadensereignisse und sieht in ihm neben Schadensart und -ausmaß einen Anhaltspunkt für den Umfang der Erforderlichkeit an Schadensvorsorge (im Sinne der jesto-Formel). Schadensfolgen können aber nicht schlechthin unter allen Umständen mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden. Aufgrund dieser Einsicht kam das Gericht im Hinblick auf eine Berstsicherung zur Überzeugung, daß nach dem Stand von Wissenschaft und Technik keine spezielle Berstschutzeinrichtung erforderlich sei. Durch Fertigungs-, Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen könne das Schutzziel, nämlich einen Berstunfall nach menschlichem Ermessen unwahrscheinlich zu machen, erreicht werden. Bei dieser Sachlage sah das Gericht in der Wahrscheinlichkeit von $1:10^6$ bis $1:10^7$ je Betriebsjahr^{8a)} für den Bruch eines Reaktordruckbehälters keine Gefährdung von Rechtsgütern.

Insofern sieht das VG Würzburg im quantifizierten Wahrscheinlichkeitsgrad ein wichtiges Indiz für die Gefährlosigkeit der Anlage.

IV.) Viertes Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Philippsburg II

Der Beschluß des VG Karlsruhe⁹⁾ zu den Anträgen auf Wiederherstellung der aufschiebenden Wirkung der Anfechtungsklagen gegen das KKW Philippsburg II stellt fest:

8)VG Würzburg, ET 1977, 444 (452)

8a)Das heißt: Eins zu einer Million bis Eins zu 10 Millionen je Betriebsjahr.

9)VG Karlsruhe, ET 1978, 606

"Durch die Sicherheitsvorkehrungen muß das Risiko erträglich werden, indem die Katastrophe durch eine nahezu sichere Vermeidbarkeit nicht mehr als Bedrohung empfunden wird."

Im Sinne dieser Auffassung wird das Gericht durch Zahlen-
ergebnisse probabilistischer Analysen bestärkt und ist
deshalb überzeugt, daß den großen Schadensereignissen hin-
reichend verläßlich begegnet wird. In den quantitativen
Wahrscheinlichkeitsangaben, wonach aufgrund der statisti-
schen Gesetzmäßigkeiten ein Reaktorunfall in hohem Maße
unwahrscheinlich ist, sieht also das VG Karlsruhe (wie
das VG Würzburg!) ein Indiz für die Gefahrlosigkeit der
Anlage.

B.) Zweite Fallgruppe: Quantitativer Wahrscheinlichkeits-
grad als ein den Gefahrenausschluß in Frage stellendes
Indiz

I.) Erstes Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Stade

Das OVG Lüneburg ¹⁰⁾ vertrat in einer vielzitierten Ent-
scheidung in Sachen KKW Stade die Auffassung, daß eine
statistisch berechenbare Erhöhung des strahlenbedingten
Risikos nicht zugelassen werden dürfe, auch wenn sie sich
nur im Bereich der statistischen Schwankungsbreite spon-
taner Erkrankung bewegt, also in der Gesamtstatistik ver-
borgten bleibt. Die quantitative, probabilistische Abschät-
zung mit Hilfe radiologischer Hypothesen war hier also
ein Indiz für die Gefährlichkeit der Anlage:

10) OVG Lüneburg, DVBl 1977, 340 = ET 1978, 46

"Die fehlende Beweisbarkeit eines Ursachenzusammenhangs zwischen Risikofaktor und einer konkreten Gesundheitsbeeinträchtigung schränkt dabei die Schutzpflicht des Gesetzgebers nicht ein ... Eine gesetzlich gebotene Gefahrenabwehr wird daher schon dann einsetzen müssen, wenn die Naturgesetze eine Schadensverursachung wahrscheinlich machen, mag diese auch nicht konkret nachvollziehbar sein ... Die im Bereich kleiner Strahlendosen ohne Erfahrungswerte lediglich nach den Gesetzen der Mathematik und Statistik gewonnenen Abschätzungen der zu erwartenden schädlichen Wirkungen liefern deshalb für die hier anzustellenden Erwägungen hinreichend genaue Ausgangswerte ... Zwar mag dem einzelnen ein zusätzliches Krebsrisiko von 1:1'000'000 oder weniger angesichts der allgemein bestehenden Infektions-, Unfall- und Umweltgefahren sowie des hohen Risikos "spontaner" Erkrankungen als unbedeutend erscheinen ... Wenn solche berechenbaren zusätzlichen Krebsfälle durch Festsetzung niedrigerer Abgaberaten vermieden werden können, dient dies der Abwendung einer Gefahr für Leib und Leben einzelner." 11)

Der Senat hatte bei diesen Ausführungen zwar eingeräumt, daß niemals der konkrete Nachweis geführt werden kann, ob ein zusätzlicher Krebsfall auf die durch die Emissionen erhöhte Umweltradioaktivität zurückzuführen ist; 12)

11) OVG Lüneburg, ET 1978, 46 (49 ff). Vgl. auch Entscheidung des OVG Lüneburg, DVBl 1975, 190 = ET 1974, 516 (520, 521), in der vom Senat in der Begründung festgestellt wird, daß gerade die "in letzter Zeit bekannt gewordenen Forschungen und Hypothesen über die Schädlichkeit kleiner Strahlendosen ein Umdenken erzwingen" könnten. Der Senat fährt an späterer Stelle in dieser Entscheidungsbegründung, wie folgt, fort: "auf die Dauer wird es nicht zu verantworten sein, die statistisch mögliche, wenn auch im Einzelfall nicht beweisbare (...) Vernichtung oder Gefährdung menschlichen Lebens als eines der höchsten Rechtsgüter in Kauf zu nehmen, wenn nicht mit verstärkter Intensität an der Aufhellung der Kausalzusammenhänge und an der Entwicklung von Verfahren zur Risikominderung ... gearbeitet wird".

12) Zum Beispiel, weil die Berechnungen für Strahlenschäden auf radiologischen Hypothesen beruhen und - falls sie überhaupt zutreffen sollten - die berechneten Zahlenwerte für mögliche Schäden so klein sind, daß sie in der Schwankungsbreite für denkbare Schäden infolge natürlicher Strahlenbelastungen untergehen.

diese Nachweisschwierigkeiten würden nach Meinung des Senats jedoch nichts daran ändern, daß die Abgabe eines radioaktiven Stoffes im Rechtssinn eine Ursache für Schäden setzt.

Indem also das OVG Lüneburg quantifizierte Wahrscheinlichkeitsangaben in die Gefahrenbeurteilung einbezieht, hat es Schwierigkeiten, die Grenze des zumutbaren Strahlenrisikos festzulegen, sofern wahrscheinlichkeitsmäßig abschätzbar eine wenn auch relativ kleine Zahl von Personen in ihrem Rechtsgut auf Leben beeinträchtigt sein könnte. Insofern ist letztlich jede zahlenmäßige Wahrscheinlichkeitsangabe ein Indiz für die Gefährlichkeit der Anlage, selbst wenn die theoretischen Zahlenangaben praktisch nie bewiesen werden können und noch so gering sind.

II.) Zweites Beispiel: Rechtsstreitigkeiten um KKW Wyhl

Der VGH Baden-Württemberg ¹³⁾ hatte im Rahmen des vorläufigen Rechtsschutzes bezüglich des KKW Wyhl festgestellt, daß sich eine Risikobeurteilung nach dem Ausmaß des denkbaren Schadens und der Wahrscheinlichkeit seines Eintritts zu richten habe. Sie muß näher aufgeklärt werden, auch wenn eine quantifizierte Abschätzung zur Zeit noch nicht gesichert erscheint. Dadurch muß vor allem sichergestellt werden, daß alle über den GAU hinausgehenden zwar nicht anzunehmenden aber dennoch denkbaren Vorfälle derart unwahrscheinlich sind, daß sie nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

Damit werden also probabilistische Analysen als wesentliche Entscheidungsgrundlage verlangt. Vor allem die Unfäl-

13) VGH Bad.-Württ., DVBl 1976, 538 = ET 1975, 541 (549)

le aufgrund eines Kernschmelzens, eines Berstens des Reaktordruckbehälters (RDB) oder eines Bruchs der Sicherheitshülle will der VGH Baden-Württembergs hinsichtlich ihrer denkbaren Voraussetzungen, mußmaßlichen Folgen und Wahrscheinlichkeit weiter aufgeklärt wissen. Insbesondere verwies der VGH auf die probabilistische Risikostudie von Rasmussen zur Beurteilung hypothetischer Störfälle. Durch diese Studie und andere wissenschaftliche Äußerungen seien die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß eines Berstens der RDB neu einzuschätzen.

Das VG Freiburg ¹⁴⁾ knüpfte in seinem Urteil zur Hauptsache daran an und kam im Hinblick auf die in die Entscheidung einbezogenen quantitativen Wahrscheinlichkeitsangaben sinngemäß zu folgendem Urteil:

Nach Aussage der herbeigezogenen Sachverständigen sei zwar die Versagenswahrscheinlichkeit der Sicherheitshülle durch plötzlichen Bruch aufgrund des Berstens des Reaktordruckbehälters (RDB) äußerst gering, nach der amerikanischen Risikostudie aber dennoch größer als $1:10^{11}$ pro Jahr. Würde nur auf die Beherrschbarkeit des Unfalls Wert gelegt, so sei dafür die Wahrscheinlichkeit ein taugliches Maß. Da aber auch Art und Ausmaß des Schadens zu berücksichtigen seien, führe eine probabilistische Zuverlässigkeitsanalyse für bestimmte katastrophale Schadensfälle zu unbefriedigenden Beurteilungsergebnissen, weil in diesen Fällen wegen der verheerenden Folgen ein absoluter Ausschluß der Katastrophe rechtlich geboten sei. Trotz der äußerst unwahrscheinlichen Schadensketten für einen Berstunfall sei deshalb eine besondere Berstsicherung zu fordern.

14) VG Freiburg, ET 1977, 626 = NJW 1977, 1645

Bezüglich des Berstfalles und vergleichbarer Schadensereignisse bewertet also das Gericht jede auch noch so kleine Zahl für die Eintrittswahrscheinlichkeit eines großen Schadens als Indiz für die Gefährlichkeit der Anlage. Dieser Bewertung muß jedoch entgegengehalten werden, daß die Quantifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden unter Umständen nur als ein Versuch zu bewerten ist, Ungewißheiten jenseits der Grenzen menschlichen Erkenntnisvermögens abzuschätzen. Das Gericht hätte also im Rahmen seiner Ermittlungspflicht zumindest prüfen müssen, ob es sich um eine hinreichend gesicherte Zahlenangabe handelt.

C.) Analyse der Beispielfälle und Folgerungen für die rechtliche Gefahrenbeurteilung

Vorbemerkung

Unstrittig ist zwar, daß auch nach § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG grundsätzlich nur ein Standard relativer Sicherheit gewährleistet ist; ¹⁵⁾ werden jedoch zahlenmäßig Wahrscheinlichkeitsangaben in die Beurteilung nach § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG einbezogen, wird der zu gewährleistende Standard relativer Sicherheit unterschiedlich begriffen. Zwei Fallgruppen

15) Siehe hierzu den in Abschnitt B.I.1 des 3. Kapitels zitierten Leitsatz 6 zum "Kalkar-Beschluß" des BVerfG (BVerfGE 49, 89 (1979)). Höchstrichterlich wird damit die Feststellung von H. Plischka (Sicherheitsrecht, S. 117) bestätigt, daß es "für das technische Sicherheitsrecht letztlich nicht darum geht, eine völlig ungefährliche Welt zu schaffen, die es auch vor dem Aufkommen der Technik nicht gegeben hat, sondern abzuwägen, mit welchem Grad von Gefährlichkeit gelebt werden soll."

können dabei - wie oben dargestellt - unterschieden werden.

Erste Fallgruppe (vgl. Abschnitt A): Hier bestärkt die Einbeziehung von zahlenmäßigen Wahrscheinlichkeitsangaben das Gericht in der Überzeugung, daß große Schäden praktisch ausgeschlossen sind und deshalb keine Gefahr durch den Betrieb von Kernkraftwerken entsteht.

Zweite Fallgruppe (vgl. Abschnitt B): Hier verhindert gerade die Einbeziehung von Zahlenangaben für die Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden, daß das Gericht vom Ausschluß einer Gefahr überzeugt ist, so daß der Klage zumindest teilweise stattgegeben wird.

Die Unterschiede zwischen den beiden Fallgruppen und die daraus zu ziehenden Folgerungen werden im folgenden analysiert.

I.) Analyse der Beispielfälle in Abschnitt A.) (erste Fallgruppe)

In der ersten Fallgruppe (Abschnitt A.) ist für die Beurteilung primär nicht der zahlenmäßig berechnete Wahrscheinlichkeitsgrad entscheidend, sondern vielmehr detaillierte gutachterliche Stellungnahmen zu einzelnen sicherheitstechnischen Sachfragen. Zahlenangaben zur Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden sind ein ergänzender, mehr oder weniger gewichtiger Anhaltspunkt darüber, ob das erreichte Sicherheitsniveau dem nach § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG geforderten relativen Sicherheitsstandard entspricht. Der zahlenmäßig berechnete Wahrscheinlichkeitsgrad spielt also lediglich die Rolle eines zusätzlichen Indizes für

die bereits durch gutachterliche Stellungnahmen belegte hohe Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anlage. Diese Einbeziehung quantitativer Wahrscheinlichkeitsgrade ist unproblematisch, weil akzeptiert wird, daß die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge in allen Fällen nur relative Sicherheit gewährleisten kann.

Indem das Gericht diese Tatsache ohne Ausnahme akzeptiert, räumt es dem deterministischen Nachweis, daß Schadensfälle nach dem gegenwärtigen Erkenntnis- und Erfahrungsstand praktisch ausgeschlossen sind, eine Irrtumsmöglichkeit ein. Wenn die ermittelten Zahlen für die trotz aller Vorkehrungen berechenbare Wahrscheinlichkeit von Schäden - auch im Vergleich zu sonstigen nach der Lebenserfahrung nur seltenen Ereignissen - äußerst niedrig sind, ist das Gericht überzeugt, daß die Irrtumsmöglichkeit und damit die Unsicherheit gering und tragbar ist.

Das probabilistische Ergebnis von Risikoanalysen stellt also bei sehr kleinen Zahlen für die Schadenswahrscheinlichkeit den deterministisch festgestellten Gefahrenausschluß nicht in Frage, da ohne Ausnahme anerkannt wird, daß ein absoluter Sicherheitsstandard von der Rechtsordnung nicht gefordert werden kann. Die probabilistische Analyse dient lediglich dazu, auf eine vollkommen andere Weise zusätzlich zu kontrollieren, ob der deterministisch festgestellte Gefahrenausschluß tatsächlich nur eine sehr kleine und deshalb zumutbare Irrtumsmöglichkeit beläst. Das heißt, müssen erst zufällig auftretende Faktoren, die jeweils selbst nur mit geringer Wahrscheinlichkeit auftreten können, zusammentreffen, damit eine Wahrscheinlichkeit für Schäden rechnerisch überhaupt abschätzbar ist, so sind sehr kleine Wahrscheinlichkeitszahlen ein auf wissenschaftlicher und empirischer Grundlage stehendes zusätzliches Indiz für

die Gefahrlosigkeit der technischen Anlage.

II.) Analyse der Beispielfälle in Abschnitt B.) (zweite Fallgruppe)

Wie bei der Analyse der Fälle in Abschnitt A.) ist auch in den Fällen des Abschnittes B.) die Einbeziehung numerischer Wahrscheinlichkeitsgrade eine probabilistische Kontrolle der deterministischen Überprüfung. Problematisch wird die probabilistische Kontrolle in der zweiten Fallgruppe (Abschnitt B.) jedoch deshalb, weil bestimmte Schadensereignisse absolut ausgeschlossen werden sollen und zwar dann, wenn die Verletzung eines besonders hochwertigen Schutzguts bzw. ein möglicherweise riesiges Schadensausmaß zu befürchten ist. Das äußert sich in der Auffassung, wonach die nach § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG erforderliche Vorsorge nicht getroffen ist, wenn für bestimmte Schadensereignisse (z.B. Bersten des Reaktordruckbehälters) eine auch noch so kleine Eintrittswahrscheinlichkeit zahlenmäßig nicht ausgeschlossen werden kann.

Bei dieser Auffassung muß folglich jede probabilistische Analyse der Möglichkeiten von Großschäden grundsätzlich Zweifel erwecken, ob die Genehmigungsvoraussetzung in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG tatsächlich erfüllt ist. So selten nach diesen rechnerischen Abschätzungen Großschäden auch sein mögen, nach Meinung des Gerichts reicht für bestimmte Ereignisse (z.B. Krebserkrankung, Bersten des Reaktordruckbehälters) die Berechenbarkeit allein bereits zu berechtigten Zweifeln aus, weil die Folgen entweder verheerend sein würden bzw. hochrangige Rechtsgüter verletzt würden (Leben, Gesundheit).

Zwar bekennt sich das jeweilige Gericht in den in Abschnitt B.) angeführten Fällen auch zu dem Grundsatz, daß absolute Sicherheit von der Rechtsordnung nicht verlangt werden kann. Durch rechnerisch abgeschätzte Zahlen für den Wahrscheinlichkeitsgrad bestimmter Ereignisabläufe bekommt das Gericht jedoch den Eindruck, daß nicht alle erforderlichen Anstrengungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik unternommen worden sind, und dies, obwohl es anerkennt, daß die Ereignisse allenfalls nur äußerst selten auftreten können. Folglich wird damit der probabilistische Standpunkt, wonach absolute Sicherheit unerreichbar ist, im Grunde wieder aufgegeben. Stattdessen wird davon ausgegangen, daß nach dem Stand von Wissenschaft und Technik besonders große Schäden absolut ausgeschlossen werden könnten.

Der wesentliche Unterschied zwischen den Fällen des Abschnittes B.) zu denen von A.) ist also der, daß bestimmte Ereignisse wegen ihrer hohen Schadensträchtigkeit absolut ausgeschlossen sein sollen.

Das betreffende Gericht übersieht dabei jedoch, daß durch die verlangten zusätzlichen Maßnahmen bzw. Vorkehrungen die Eintrittswahrscheinlichkeit für unerwünschte Ereignisse mit hohen Schäden (z.B. radiologisch berechenbare Krebserkrankungen oder Berstunfälle) zwar eventuell verringert, aber nicht absolut ausgeschlossen werden können. Diese unerwünschten Ereignisse bleiben als Unglücksfälle nach wie vor denkbar, wenn man das Zusammentreffen vieler ungünstiger und unwahrscheinlicher Umstände (wie z.B. Ausfälle und Versagen von Bauteilen) zu gleicher Zeit in einer Anlage als möglich unterstellt. Sie sind deshalb mit probabilistischen Rechenmethoden rechnerisch abschätzbar.

III.) Zusammenfassendes Ergebnis der Analyse der Beispielfälle

1.) Entscheidende Bedeutung des erkenntnistheoretischen Standpunktes zur Kausalität

Die unterschiedliche Behandlung zum Teil gleicher Sachverhalte (wie insbesondere in den Fällen Grafenrheinfeld und Wuhl!) durch verschiedene Gerichte hat nicht zuletzt ihre Ursache in unterschiedlichen erkenntnistheoretischen Standpunkten der betreffenden Gerichte über den kausalen Zusammenhang in einem technischen System. Der Unterschied der einzelnen erkenntnistheoretischen Standpunkte läßt sich zusammenfassend folgendermaßen kennzeichnen:

In der ersten Fallgruppe wird durchgehend und ohne Ausnahme ein probabilistischer Standpunkt bezogen. Das heißt, es wird akzeptiert, daß nach dem jeweiligen Stand von Wissenschaft und Technik immer nur erreicht werden kann, die denkbaren Schadensmöglichkeiten äußerst unwahrscheinlich zu halten. Folglich werden zahlenmäßige Wahrscheinlichkeitsangaben für einzelne Schadensmöglichkeiten als logisches Ergebnis der Beurteilung von kausalen Zusammenhängen in der technischen Anlage angesehen. Je genauer die Zahlenangaben sind, desto wertvoller wird das Ergebnis als objektiver und sachgerechter Anhaltspunkt für die Beurteilung der erreichten relativen Sicherheit.

In der zweiten Fallgruppe wird dagegen der probabilistische Standpunkt nicht konsequent beibehalten. Für die Bemessung der erforderlichen Vorsorge wird davon ausgegangen, daß der gesetzliche Maßstab "Stand von Wissenschaft und Technik" den absoluten Ausschluß aller derjenigen Geschehensabläufe verlangt, die zu großen Schäden führen können.

Im Grunde wird hierbei die deterministische Auffassung vertreten, wonach Schadensereignisse von einer bestimmten Schadenshöhe an durch Vorkehrungen gegen ganz bestimmte Kausalabläufe absolut ausgeschlossen werden könnten. Damit wird letztlich unterstellt, daß eine Schadensbegrenzung nach Stand von Wissenschaft und Technik eindeutig kausal determinierbar ist. Dies ist nach heutigem Wissensstand nicht haltbar. ¹⁶⁾ Zwar wird auch in der zweiten Fallgruppe anerkannt, daß nach dem Stand von Wissenschaft und Technik nur relative Sicherheit erreichbar ist. Dieses Bekenntnis zur probabilistischen Einschätzung der Sicherheit kommt aber in den wesentlichen Fällen nicht zum Tragen, sondern wird zugunsten eines deterministischen Standpunktes

16) Als erste unter den Naturphilosophen in unserem 20. Jahrhundert wandten sich Bridgeman, H. Bergmann und H. Dingler entschieden gegen die aus dem 19. Jahrhundert übernommene Weltanschauung von der Vorbestimmtheit allen Geschehens. (Bridgeman, *The Logic of Modern Physics*, (1927), H. Bergmann, *Der Kampf um das Kausalgesetz in der jüngsten Physik* (1929, mit Vorwort von A. Einstein); H. Dingler, *Der Glaube an die Weltmaschine und seine Überwindung* (1932)). Der bekannte Physiker M. Planck legte dar, daß es in keinem einzigen Fall möglich sei, ein physikalisches Ereignis genau vorauszusagen (M. Planck in *Vorträge und Erinnerungen*, hrsg. 1970, S. 252). In neuerer Zeit haben sich u.a. G. Frey, *Erkenntnis der Wirklichkeit*, 1965, S. 27; W. Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*, S. 28 ff; Pascual Jordan, *Das Bild der modernen Physik*, 1947, S. 98 ff; H. Richter, *Wahrscheinlichkeitstheorie*, Springer, 2. Auflage, Berlin 1966; R. v. Mises, *Wahrscheinlichkeit*, 1928, wiederaufgelegt 1972, S. 259 ff, gegen die deterministische Weltanschauung aus dem 19. Jahrhundert gewandt: Die moderne Naturwissenschaft hat zur Erkenntnis geführt, daß es auch solche Vorgänge in der Natur gibt, die von vorneherein nicht in eindeutiger Weise kausal determiniert sind und die deshalb überhaupt nur unter Wahrscheinlichkeitsgesichtspunkten erfaßt werden können. - Auf die Bedeutung dieser naturwissenschaftlichen Erkenntnis für die Jurisprudenz wird nachdrücklich von H. Weitnauer (Beiheft zu *VersR* 1968, S. 6), T.W. Wälde (AÖR 99, S. 585 (619)) und Moser (ÖJZ 63, 29) hingewiesen.

weitgehend wieder aufgegeben.

Zusammenfassend folgt somit aus der Analyse der Beispielfälle die Bestätigung der eingangs aufgestellten These.

2.) Folgerungen für die Gefahrenbeurteilung

Bei der rechtlichen Gefahrenbeurteilung von technischen Einrichtungen spielt der erkenntnistheoretische Standpunkt zu den kausalen Zusammenhängen - wie oben festgestellt - eine entscheidende Rolle. Aufgrund dieser Erkenntnis wird deshalb im nächsten Kapitel dargelegt, daß eine dualistische Beurteilung, bei der deterministische und probabilistische Betrachtungen nebeneinander stehen, der Wirklichkeit noch am nächsten kommt. Insbesondere wird dort näher ausgeführt, daß es einerseits bestimmte Kausalzusammenhänge in technischen Systemen gibt, die als naturgesetzlich zwingend zu gelten haben, wenn bestimmte Gegebenheiten vorliegen. Bei diesen Geschehensabläufen muß deshalb streng deterministisch vorgegangen werden. Andererseits gibt es stochastische Kausalzusammenhänge, die sich nur mit einer Wahrscheinlichkeitsrechnung erfassen lassen.

Somit ist weder eine deterministische noch eine probabilistische Analyse des Tatbestandes allein sachgerecht. Würde man zum Beispiel nur probabilistisch vorgehen, bestünde die Gefahr, daß manche zu klärende Detailfrage probabilistisch abgetan wird, ohne erst nach zwingenden deterministischen Zusammenhängen zu suchen. Eine Beurteilung nur vom probabilistischen Standpunkt würde also eine gewisse Leichtfertigkeit ins Spiel bringen.

Zwar ist nicht strittig, daß sowohl deterministische als

auch probabilistische Methoden bei der Tatsachenermittlung anzuwenden sind. Auch in den Beispielfällen werden deterministische Untersuchungen durch probabilistische Analysen ergänzt. Es ist aber nötig zu klären, in welchem Verhältnis diese zunächst recht unterschiedlichen Betrachtungsweisen zueinander stehen. Es fragt sich deshalb:

(1) Wie soll das Verhältnis von deterministischen Untersuchungen und probabilistischen Analysen der Geschehensabläufe, insbesondere in einem technischen System, wirklichkeitsnah begriffen und bewertet werden?

(2) Wie ist entsprechend der hierauf zu gebenden Antwort die Gefahrenbeurteilung aufzubauen?

Frage (1) wird im folgenden 5. Kapitel beantwortet. Die Antwort auf Frage (2) erfolgt nach einer triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung im 6. Kapitel.

5. K a p i t e l

Klärung von Kausalitätsfragen als Beitrag zur Problemlösung

A.) Kausale Zusammenhänge in technischen Gefahrenquellen

I.) Wahrscheinlichkeitszusammenhang und deterministischer Notwendigkeitszusammenhang

Bergmann hat als einer der ersten unter den Philosophen unseres Jahrhunderts erkannt und näher dargelegt, daß in den "statistischen Gesetzen" der modernen Physik für bestimmte Naturvorgänge der deterministische Standpunkt durch einen begrenzten Indeterminismus mit Wahrscheinlichkeit ersetzt wird und daß die Angemessenheit dieser Ersetzung an einer riesigen Menge empirischen Materials bestätigt wird. ¹⁾ Daraus dürfe geschlossen werden, daß es in der Natur Bereiche gibt, auf die man nur die Statistik anwenden kann. ²⁾

Erkenntnistheoretisch betrachtet, geht man bei der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Vorgänge in der Natur (bzw. in der Technik) von einem anspruchslosen Vorverständnis oder - mit Bergmann gesprochen - von anspruchloseren transzendentalen Voraussetzungen aus als bei der Beurteilung der Geschehensabläufe mit Hilfe dynamischer

1) H. Bergmann, Kausalgesetz, S. 34. Ein vergleichbarer Standpunkt wird nunmehr von einer großen Anzahl von Naturwissenschaftlern und Philosophen vertreten. Vergleiche die Hinweise in Fußnote 16 des 4. Kapitels der vorliegenden Arbeit. Juhos und Katzenberger haben in jüngster Zeit (1970) diese Auffassung erkenntnistheoretisch durchdrungen (B. Juhos und W. Katzenberger, Wahrscheinlichkeit als Erkenntnisform, 1970).

2) H. Bergmann, a.a.O., S. 39

(das bedeutet: deterministischer) Gesetze. Zur Aufstellung stochastischer Naturgesetze begnügt man sich nämlich mit der transzendentalen Voraussetzung, daß dasjenige Ereignis in der Natur, das die größere mathematische Wahrscheinlichkeit besitzt, in der Natur auch in entsprechendem Maß häufiger vorkommt.

Den Wahrscheinlichkeitszusammenhang muß man also ebenso wie den eindeutigen deterministischen Notwendigkeitszusammenhang apriori annehmen. Verneint man freilich die Möglichkeit, daß ein Teil der Wirklichkeit mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung erfaßt werden kann, so wird jede statistische Behandlung von Naturvorgängen bzw. technischen Abläufen sinnlos. Andererseits können die kausalen Zusammenhänge gewisser Abläufe im technischen System nur durch eine Wahrscheinlichkeitsrechnung zutreffend beschrieben werden. In diesen Fällen wird zwar auf strenge Kausalität verzichtet, es bleibt aber dennoch ein Minimum von transzendentalen Voraussetzungen zur Aufstellung von Gesetzmäßigkeiten bestehen. "Die straffe Gesetzmäßigkeit der deterministischen Kausalität ist etwas gelockert".³⁾ Der zugrundegelegte Wahrscheinlichkeitszusammenhang zwischen Ursache und Wirkung ist eine transzendente Bedingung, ohne welche die quantitative Beurteilung eines Teils von technischen Abläufen nicht möglich wäre.⁴⁾

Bei der Analyse von kausalen Zusammenhängen in technischen Einrichtungen muß folglich in Teilbereichen ein Wahrscheinlichkeitszusammenhang anstelle eines eindeutigen, deterministischen Notwendigkeitszusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung angenommen werden. Insofern beruht die Beur-

3) H. Bergmann, a.a.O., S. 49

4) In diesem Sinne etwa H. Bergmann, a.a.O., S. 53

teilung einzelner Geschehensabläufe teilweise auf einem begrenzten Indeterminismus mit Wahrscheinlichkeit.

Mit der Annahme eines Wahrscheinlichkeitszusammenhangs ist aber der Zweck des Kausalschemas im Sinne Kants keineswegs durchbrochen:

"Denn ebenso wie wir bei der Kenntnis des (strengen) Kausalsatzes ('m erzeugt n') dem 'n' die Stellung in der Zeit nach dem 'm' einzuräumen wissen, ebenso können wir bei der Kenntnis des Kausalgesetzes ('a erzeugt b oder c') dem 'b' bzw. 'c' seine Stellung anweisen und das Kausal-schema kann seine Rolle erfüllen. Ebenso können wir, wenn ein Kausalgesetz eine Mehrdeutigkeit der Ursachen ('c' entweder durch 'a oder b erzeugt') zuläßt, dem 'c' in Bezug auf 'a' und 'b' seine Stellung anweisen." 5)

II.) Sachgerechte Analyse kausaler Zusammenhänge in technischen Einrichtungen

Wenn man - nach dem oben Dargelegten - möglichst alle kausalen Zusammenhänge erkennen und zutreffend bewerten will, muß die Beurteilung einer konkreten technischen Einrichtung von zwei grundsätzlich unterschiedlichen Ansichten aus geschehen. Die beiden Ansichten sind dabei:

- (1.) Das Geschehen folgt einem in eindeutiger Weise kausal vorbestimmten Ablauf.
(streng deterministische Ansicht)

5)H. Bergmann, a.a.O., S. 51

- (2.) Das Geschehen folgt den durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung "gebändigten" Zufällen.
(rein probabilistische Ansicht)

Die letztere Ansicht postuliert in dem Geschehen eine schwächere Ordnung als die erstere mit der Folge, daß man mit Hilfe der letzteren zwar nicht eine ganz bestimmte Wirkung voraussagen oder auf eine ganz bestimmte Ursache schließen, sehr wohl aber angeben kann, daß "die Wirkung einem bestimmten Spielraum angehören wird." ⁶⁾

Unter Bezugnahme auf Reichenbach führt Bergmann ⁷⁾ im einzelnen aus, daß die empirischen Wahrscheinlichkeitsgesetzmäßigkeiten reale Phänomenordnungen sind. Juhos und Katzenberger ⁸⁾ haben dies in neuerer Zeit erkenntnistheoretisch untermauert und die darin steckende Gesetzmäßigkeit, folgendermaßen charakterisiert:

"Lassen sich Phänomenenfolgen nicht durch eindeutige Naturgesetze beschreiben, die für die Phänomenenfolge eindeutige Ordnungsformen angeben, so bedeutet dies keineswegs, daß die betreffenden Ereignisse nun notwendig in völliger Gesetzlosigkeit eintreten. Neben den streng eindeutigen Ordnungen gibt es nicht eindeutige Ordnungsformen, die durch kontrollierbare Naturgesetze bestimmter Formen ausgedrückt werden können. Es sind dies die empirischen Wahrscheinlichkeitsgesetze." ⁹⁾

6) So H. Bergmann, a.a.O., S. 52, in Anlehnung an den Atomphysiker Sommerfeld

7) H. Bergmann, a.a.O., S. 1 ff

8) Juhos, Katzenberger, Wahrscheinlichkeit als Erkenntnisform 1970, S. 45 ff in Abschnitt über "Wahrscheinlichkeit als empirische Ordnungsform" und folgende Abschnitte

9) Juhos, Katzenberger, a.a.O., S. 43

Die nach Wahrscheinlichkeitsgesetzen geordneten und die eindeutig geordneten Phänomenenfolgen sind jedoch zwei vollkommen unterschiedliche Gegebenheiten.¹⁰⁾ Das bedeutet, daß einzelne Bereiche des zugrundeliegenden technischen Sachverhaltes entweder eindeutig geordnet (d.h. deterministisch beurteilt!) werden müssen oder nur nach Wahrscheinlichkeiten geordnet (d.h. probabilistisch beurteilt!) werden können. Man käme also leicht zu fehlerhaften Ergebnissen, wenn man einen streng determinierten Bereich probabilistisch oder einen nur probabilistisch geordneten Bereich deterministisch beurteilen wollte.

Wegen dieser kausalen Zusammenhänge bei einem technischen Sachverhalt muß man sich bei der Beurteilung von technischen Gefahrenquellen stets davon überzeugen, daß alle technischen Vorgänge, die eindeutig bestimmbar sind, in der Tat deterministisch beurteilt werden. Probabilistische Analysen sind nur dann anzuwenden, wenn man zum Ergebnis gekommen ist, daß die Vorgänge grundsätzlich nur nach Wahrscheinlichkeiten geordnet werden können. So ist zum Beispiel das Zusammentreffen zufälliger Ausfälle von Bauteilen und Teilsystemen eines technischen Gesamtsystems zutreffend nur mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu beschreiben.

III.) Reaktorsicherheitskonzept als Beispiel für eine praktizierte sinnvolle Verknüpfung von deterministischen und probabilistischen Gesichtspunkten

Am Beispiel des Sicherheitskonzeptes für Kernreaktoren wird im folgenden dargelegt, daß das Reaktorsicherheitssystem gerade durch Anwendung deterministischer und probabilistischer Gesichtspunkte hoch entwickelt werden konnte.

10) Vergleiche Juhos, Katzenberger, a.a.O., S. 80

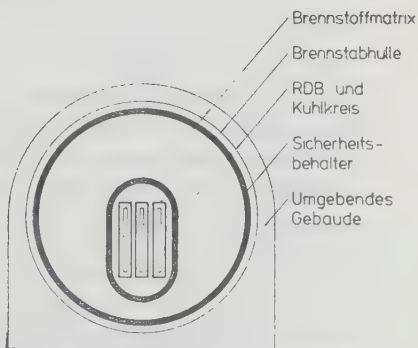
Mit anderen Worten: Bestmögliche Vorsorge gegen Schäden kann nicht nur auf der Grundlage eindeutiger naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten getroffen werden, sondern es sind dazu auch stochastische Überlegungen ^{10a)} und deren Konkretisierung durch Wahrscheinlichkeitsberechnungen als gleichgewichtig zu berücksichtigen. Probabilistische Analysen bringen insbesondere Anhaltspunkte, ob und wie das verbleibende Risiko noch weiter vermindert werden sollte und könnte.

1.) Verknüpfung des deterministischen Barrierenkonzeptes mit probabilistischen Gesichtspunkten

Abbildung 1:

Barrierenkonzept
zur Gewährleistung
der Sicherheit von
Kernkraftwerken

(aus Bachner et al.,
in GRS-13-Bericht
zu 2. GRS-Fachge-
spräch 1978, S. 13)
RDB = Reaktordruckbe-
hälter



Das vorhandene große Spaltproduktinventar des Reaktorkerns ist mit Hilfe technischer Vorkehrungen (sogenannter Aktivitätsbarrieren, siehe Abb. 1) eingeschlossen. Aufgrund eindeutiger naturwissenschaftlicher Zusammenhänge kann deshalb

10a) In der Wissenschaft der Logik auch modale Überlegungen genannt.

das Schadenspotential eines Leichtwasserreaktors nicht mit dem Schadenspotential gleichgesetzt werden, das mit der offenen Menge radioaktiver Stoffe in Höhe des Spaltproduktinventars eines Reaktorkerns verbunden wäre. ¹¹⁾ Dies ist deterministisch sichergestellt.

Hinter dem in dieser Hinsicht deterministisch ausgelegten Barrierenkonzept stehen aber auch probabilistische Überlegungen. So würden zum Beispiel zur wirksamen Verhinderung der Freisetzung von radioaktiven Stoffen bereits die Brennstoffmatrix ¹²⁾ und die gasdichten Hüllrohre ¹³⁾ genügen.

11) Vergleiche W. Diepold, Gefahrenpotentiale, in: GRS-Bericht, GRS - 10, 1978, S. 85 ff. Diepold versteht unter dem Begriff "technische Gefahrenpotentiale" alle Gegebenheiten, bei denen Schadstoffe oder Energien freigesetzt werden können, die direkt oder über die Beeinträchtigung des Lebensraumes zur Schädigung von Menschen führen. Solche Gefahrenpotentiale bestehen in der vielfältigsten Art. Das Gefahrenpotential ist in diesem Sinn die Möglichkeit, Schäden anzurichten, und ist repräsentiert durch eine Menge eines giftigen Stoffes oder die Höhe eines Energiepotentials. Dieses Gefahrenpotential kann in technischen Einrichtungen aus einer Kombination dieser Mengen und Energieinhalte bestehen. Von solchen Gefahrenpotentialen ist - nach Diepold - das Schadenspotential zu unterscheiden. Darunter soll die Schadenshöhe verstanden werden, die aufgrund des Vorhandenseins eines Gefährdungspotentials unter den realen, gegebenen Umständen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit befürchtet werden muß.

12) Der Brennstoff liegt in fester Form vor (z.B. UO_2 - Tabletten). D.h., es besteht ein festes Gefüge, in dem sich die einzelnen Atome befinden; sie bilden ein sogenanntes festes Kristallgitter, hier Brennstoffmatrix genannt. Die festen Spaltprodukte werden in dieser Matrix eingebaut, die gasförmigen diffundieren heraus.

13) Bei Leichtwasserreaktoren (LWR) und "Natriumbrütern" sind die Brennstofftabletten in metallenen Brennstoffhüllen praktisch gasdicht eingeschlossen. Die Hüllrohre verhindern den Austritt von Spaltprodukten in das Kühlmittel. Ein Schmelzen der Hüllen ist deshalb unbedingt zu vermeiden. Bei gasgekühlten Hochtemperaturreaktoren (HTR) hat der Brennstoff keramische Umhüllungen.

Die erste Barriere hält die festen Spaltprodukte zurück, die zweite die flüchtigen. Die Abgabe nach außen wäre nur minimal und auf die technisch unvermeidbaren Undichtigkeiten zurückzuführen. Dennoch wurde der Reaktordruckbehälter zusammen mit dem gesamten Primärsystem des Reaktors als eine vollwertige weitere (dritte) Sperre ausgelegt. Der gasdichte und druckfeste Sicherheitsbehälter ist schließlich die vierte Barriere. Seine einzige bestimmungsgemäße Aufgabe ist die zusätzliche Sperrfunktion. Für den Betrieb der Anlage ist letztere Barriere jedoch nicht notwendig.

Die Auslegung des Reaktordruckbehälters zusammen mit dem Primärsystem als Barriere und die zusätzliche Errichtung des Sicherheitsbehälters befolgt den wahrscheinlichkeitmäßigen Grundsatz: "Je mehr zusätzliche Barrieren desto geringer die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer unzulässigen Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung." Zugleich wird damit auch ein deterministischer Auslegungsgrundsatz erfüllt: "Durch mehrere hintereinander geschaltete Aktivitätsbarrieren wird die technisch unvermeidbare Undichtigkeit eindeutig nachweisbar sehr klein, so daß die Abgabe radioaktiver Stoffe die zulässige Menge weit unterschreitet."

Somit sind probabilistische und deterministische Gesichtspunkte im Konzept mehrfacher Barrieren miteinander verwoben.

2.) Wahrscheinlichkeitserwägungen neben deterministischen Prinzipien im Mehrstufenkonzept

Durch Maßnahmen und Vorkehrungen nach dem Mehrstufenkonzept ¹⁴⁾ - im wesentlichen drei Stufen ¹⁵⁾ - wird unter anderem gewährleistet, daß die Aktivitätsbarrieren auch bei Betriebsstörungen, Störfällen und sonstigen besonderen Belastungen ihre Aufgabe, die Radioaktivität einzuschließen, erfüllen. D. Smidt ¹⁶⁾ charakterisiert deshalb die Sicherheitstechnik von Kernreaktoren als eine übergreifende Strategie des Einsatzes von Abwehrmaßnahmen.

Die Verbindung von Wahrscheinlichkeitserwägungen mit deterministischem Vorgehen ist im Mehrstufenkonzept besonders deutlich. Die einzelnen Vorkehrungen bemessen sich sowohl nach eindeutigen naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten als auch nach Wahrscheinlichkeitserwägungen bzw. Wahrscheinlichkeitsberechnungen. Der Wahrscheinlichkeitsrechnung kommt insbesondere auf der dritten Gewährleistungsstufe besondere

14) Unter "Mehrstufenkonzept" versteht man eine Vorgehensweise, die zur Verhinderung von Schadensfällen auf mehreren technischen Ebenen besondere technische Vorkehrungen gegen Reaktorunfälle trifft. Es handelt sich dabei also um eine mehrfache, sich gegenseitig überdeckende Gewährleistung der Sicherheit, im Amerikanischen als "defense in depth" bezeichnet, d.h. "in die Tiefe gestaffelte Verteidigung" (gegen Reaktorunfälle).

15) Die erste Stufe dieses Konzeptes besteht in der Durchsetzung einer sogenannten Basissicherheit, zum Beispiel in der Sicherung der Qualität der verwendeten Materialien. Auf dieser Sicherheitsebene werden an die Auslegung, den Aufbau und die laufende Überwachung der technischen Einrichtungen höchste allgemeine Ansprüche gestellt. Die zweite Stufe in dem Gewährleistungskonzept hat zum Ziel, Störfälle zu verhindern (Störfallverhinderung). Die dritte Stufe hat zum Ziel, bei einer dennoch aufgetretenen Störung, eventuelle Schäden auf ein unbedenkliches Maß zu begrenzen (Folgebegrenzung).

16) Vergleiche D. Smidt, Reaktorsicherheitstechnik, 1979, S. 1

Bedeutung zu.

Im Folgenden wird näher dargelegt, wie auf den drei Gewährleistungsstufen Wahrscheinlichkeitssätze bzw. Wahrscheinlichkeitsberechnungen einbezogen werden:

Die erste Gewährleistungsstufe besteht aus hohen Anforderungen an die Qualität und aus sonstigen sogenannten Basis-sicherheiten bei der Auslegung, Herstellung und Überwachung von Anlagenteilen. Zur Erfüllung dieser Schutzziele sind neben wahrscheinlichkeitsorientierten Prüfverfahren (z.B. Untersuchung der Bruchfestigkeit nach Wöhler) vor allem auch eindeutige naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten zu befolgen. Ziel dieses Vorgehens ist, die Wahrscheinlichkeit betrieblicher Störungen herabzusetzen. ¹⁷⁾ Insofern ist das eigentliche Schutzziel probabilistischer Natur; zur Erreichung dieses wahrscheinlichkeitsorientierten Ziels wird aber weitgehend deterministisch vorgegangen.

Auf der zweiten Gewährleistungsstufe geht es um die Errichtung von Schutzsystemen zur Verhinderung von Störfällen. ¹⁸⁾ Ziel dieser Vorkehrungen ist es, wie bereits auf der ersten Sicherheitsebene schwerwiegende Störfälle unwahrscheinlicher zu machen. Folglich wird auch auf der zweiten Gewährleistungsstufe die Erforderlichkeit der einzelnen Schutzsysteme von wahrscheinlichkeitsorientierten

17) Siehe Smidt, Reaktorsicherheitstechnik, S. 3

18) Jedes Kernkraftwerk wird deshalb mit speziellen Schutzsystemen ausgerüstet, damit Betriebsstörungen beherrscht werden können, mit denen nach aller Erfahrung innerhalb der Lebensdauer einer Anlage und trotz aller Basis-sicherheit und Qualitätssicherheit gerechnet werden muß. Durch rechtzeitiges und in den meisten Fällen automatisches Eingreifen sollen diese Schutzsysteme verhindern, daß sich Betriebsstörungen zu bedeutenden Schäden ausweiten.

Zielsetzungen bestimmt. Während aber auf der ersten Gewährleistungsstufe statische Abweichungen in der Beschaffenheit der Anlage unwahrscheinlicher gemacht werden sollen, werden auf der zweiten Stufe dynamische Abweichungen im Betriebsablauf unwahrscheinlicher gemacht.

Auf der dritten Gewährleistungsstufe werden die Sicherheitsvorkehrungen zur Folgenbegrenzung unmittelbar von Wahrscheinlichkeitsberechnungen bestimmt. Hier wird von vorneherein angenommen, daß trotz aller Vorkehrungen Aktivitätsbarrieren mit bestimmter Wahrscheinlichkeit brechen können; zum Beispiel deswegen, weil nicht beherrschte thermische oder mechanische Überbeanspruchungen aufgetreten sind. Es wird also der Eintritt sehr unwahrscheinlicher Ereignisse unterstellt. Daraus folgende, möglicherweise bedeutsame Schäden sollen jedoch durch zusätzliche Maßnahmen unwahrscheinlicher gemacht werden. Das geschieht durch die besonderen Vorkehrungen zur Folgenbegrenzung eines Störfalles. ¹⁹⁾ Dabei begnügt man sich nicht mit jeweils einer

19) Eine Schutzeinrichtung zur Folgenbegrenzung (dritte Gewährleistungsstufe!) ist zum Beispiel die Notkühlein-
speisung von kaltem Wasser, da bei Ausfall des regulären
Kühlsystems die gespeicherte Wärme und die Nachzerfall-
wärme des Reaktorkerns unbedingt abgeführt werden müs-
sen; sonst wäre eine unzulässige Überhitzung der Brenn-
stoffhüllen die Folge, was zu einer Beschädigung dieser
Aktivitätsbarrieren in größerem Umfang führen würde. -
Ein weiteres Beispiel für Schutzeinrichtungen zur Folgen-
begrenzung ist der Sicherheitseinschluß mit Gebäudeab-
schluß. Dadurch sollen radioaktive Freisetzen in die
Umgebung wirksam verhindert werden. Des weiteren können
leistungsfähige Notstromanlagen im Ernstfall die Folgen
durch Gewährleistung der Stromversorgung begrenzen. Auch
das "Reaktorschnellabschaltssystem" hat die Aufgabe, Fol-
gen zu begrenzen. Es kann innerhalb weniger Sekunden die
nukleare Kettenreaktion unterbrechen.

einzigsten Ausführung der verschiedenen technischen Schutzeinrichtungen, sondern es werden jeweils mehrere, vollkommen gleichartige Einrichtungen, die sich gegenseitig ersetzen können, installiert, mehr jedenfalls als zur Beherrschung eines bestimmten Störfalles benötigt werden. Man nennt dies eine redundante Auslegung. ²⁰⁾

Diese Redundanz wird nach wahrscheinlichkeitsmäßigen Überlegungen und Berechnungen bemessen. Das gleiche gilt für die Verhinderung von sogenannten "common-mode" - Ausfällen. ²¹⁾ So wird die unabhängige Verfügbarkeit der redundanten Einheiten etwa dadurch gewährleistet, daß die redundanten Einheiten räumlich weit getrennt installiert werden. Auf der dritten Gewährleistungsstufe ist folglich die redundante, räumlich getrennte und sonstige diversitäre Auslegung Konstruktionsprinzip. Hier bildet die Analyse von Wahrscheinlichkeitszusammenhängen ("Zufallsgesetze") geradezu die Grundlage für die Konstruktion eines besonders sicheren und zuverlässigen technischen Systems. Wahrscheinlichkeitsabschätzungen bestimmen also auf der dritten Gewährleistungsstufe die Auslegung des Sicherheitssystems entscheidend.

20) So sind zum Beispiel im KKW Biblis vier vollständig unabhängige Teilsysteme für die Not- bzw. Nachkühlung des Reaktorkerns vorhanden, obwohl bereits zwei intakte Teilsysteme für alle Betriebsfälle genügen, um den Reaktorkern ausreichend zu kühlen. Bei dieser Anlage sind auch vier Notstromdieselaggregate vorhanden, obwohl bereits zwei für die gesicherte Stromversorgung ausreichen etc.

21) Common-mode-Ausfall bedeutet: An sich unabhängige Einheiten fallen durch eine äußere, gemeinsame Ursache (wie z.B. Brand) gleichzeitig aus, bzw. werden zugleich zerstört: Gleichzeitige Ausfälle durch eine Ursache.

B.) Konsequenzen aus dem naturwissenschaftlichen Kausalitätsverständnis für die Gefahrenbeurteilung technischer Einrichtungen

I.) Erforderlichkeit von sich gegenseitig ergänzenden deterministischen und probabilistischen Beurteilungsverfahren

Die obigen Ausführungen zum Kausalitätsverständnis und die Erläuterung am Beispiel des Sicherheitskonzeptes von Kernkraftwerken zeigen, daß sich die deterministische und probabilistische Sicherheitsbeurteilung nicht gegenseitig ausschließen, sondern sich vielmehr ergänzen müssen.²²⁾ Beide Beurteilungsverfahren zusammen erteilen die maximal erreichbare Auskunft, inwieweit die installierten Vorkehrungen und sonstigen Maßnahmen die Sicherheit der technischen Einrichtung gewährleisten. Eine Sicherheitsbeurteilung, die höchsten Ansprüchen genügt, muß deshalb durch ein Nebeneinander von deterministischen und probabilistischen Verfahren gekennzeichnet sein.

"Je nach zu beurteilendem System oder zu prüfender Komponente eröffnet die eine oder die andere Möglichkeit tieferen Einblick in die funktionalen Zusammenhänge. Im Idealfall lassen sich beide Möglichkeiten zu qualifizierten Aussagen kombinieren." 23)

22) So auch O. Knecht: Beide Betrachtungsweisen schließen sich grundsätzlich nicht gegenseitig aus, atw 1970, 528. Er bezieht sich dabei auf die deterministischen und probabilistischen Thesen zur Reaktorsicherheit von L. Merz, atw 1970, S. 118.

23) So L.P. Franzen im Bericht über das IAE0-Symposium in Jülich am 5.2. - 9.2.1973 über Grundsätze und Normen der Reaktorsicherheit, atw 1973, 206 (207).

Bei der Konstruktion eines Sicherheitssystems, das höchsten Sicherheitsansprüchen genügt, sind folglich probabilistische und deterministische Kausalzusammenhänge gleichermaßen zu beachten. Eine bevorzugte Berücksichtigung der einen oder anderen Kausalzusammenhänge verbietet sich im Hinblick auf die Sicherheit des Gesamtsystems. So könnte zum Beispiel - probabilistisch quantitativ nachweisbar - durch redundante Auslegung die Zuverlässigkeit einzelner Systeme erhöht werden oder es könnten bestimmte Schadensabläufe durch spezielle Schutzeinrichtungen (wie etwa der Berstschutz beim Druckwasserreaktor) - deterministisch nachweisbar - wirksamer begrenzt werden. Der größere technische Aufwand würde aber seinerseits neue Störfallmöglichkeiten mit sich bringen,²⁴⁾ so daß bei übersteigertem Aufwand die Wahrscheinlichkeit für andere Schadensabläufe mit vergleichbarem Schadensumfang erhöht oder deterministische Zusammenhänge negativ beeinflusst werden.²⁵⁾

Sicherheitsvorkehrungen, die nach einer deterministischen Beurteilungsweise bestimmte Sicherheitsvorteile versprechen, können also unter Umständen probabilistische Kausalzusammenhänge so beeinflussen, daß letztlich für das Gesamtsystem ein Sicherheitsverlust herauskommt. Entspre-

24) Zum Beispiel bedingt eine erhöhte Anzahl von einzelnen Bauteilen aufgrund des höheren technischen Aufwandes eine Zunahme von Ausfällen einzelner Bauteile.

25) In diesem Sinne auch D. Smidt auf dem 6ten Deutschen Atomrechtssymposium 1979, Kurzfassung seines Vortrages in atw 1980, 70 (72). Danach kann ein Sicherheitssystem, das höchsten Ansprüchen genügt, nur durch ein ausgewogenes probabilistisches und deterministisches Vorgehen verwirklicht werden.

chendes gilt auch umgekehrt. Daraus ergibt sich die Forderung, daß die Sicherheitsvorkehrungen zugleich probabilistisch und deterministisch beurteilt werden müssen.

II.) Aufstellung von Verfahrensgrundsätzen für eine ausgewogene Beurteilung von technischen Gefahrenquellen

Aus dem dargelegten und erläuterten Kausalitätsverständnis ergeben sich zur Erfüllung der Optimalforderung, bestmögliche Schadensvorsorge (etwa im Sinne von § 7 Abs. 2 Nr. 3 ATG) zu treffen, die beiden folgenden Verfahrensgrundsätze. Sie gewährleisten, daß deterministische und probabilistische Kausalzusammenhänge bei der Beurteilung technischer Gefahrenquellen von gleichem Gewicht und gleicher Bedeutung sind:

(1) Zunächst ist die deterministische Gefahrenbeurteilung vorzunehmen. Falls sie nicht bereits Schadensabläufe eindeutig vorhersehen läßt, ist anschließend eine probabilistisch quantifizierende Beurteilung der kausalen Zusammenhänge vorzunehmen.

(2) Die Unsicherheit der auf deterministischen Untersuchungen beruhenden Feststellung eines Schadensausschlusses ist durch eine probabilistisch quantifizierende Gefahrenbeurteilung als Irrtumsmöglichkeit konkret aufzuklären und in Zahlen zu fassen.

Diese hier aufgestellten Verfahrensgrundsätze fordern eine

bewußte Zweiteilung ^{25a)} bei der Ermittlung, Beurteilung und Bewertung der Gefahrentatbestände. Die Zweiteilung verleiht der probabilistischen Beurteilung gleiches Gewicht

25a) Ein entsprechendes zweiteiliges Verfahren ist fester Bestandteil in der naturwissenschaftlichen Praxis bei der Bestimmung der Zuverlässigkeit der ermittelten Meßwerte, um eine höchstmögliche Gewißheit über die Richtigkeit der Meßergebnisse zu erhalten. Gemeint ist die Fehlerabschätzung zur Bestimmung der Meßgenauigkeit. Hierbei ist zunächst anhand des umfassenden wissenschaftlich-technischen Kenntnisstandes festzustellen, ob bestimmte Ursachen, das Meßergebnis systematisch, d.h., um einen bestimmten eindeutig determinierbaren Betrag nach oben oder nach unten verfälschen (systematische Fehler). Dann ist durch eine Meßreihe die statistische Abweichung, d.h., die zufällige Abweichung des Meßwertes von einem Mittelwert, zu bestimmen (zufällige oder stochastische Fehler). Der stochastische Fehler kann durch meßtechnische Maßnahmen verringert werden, der systematische Fehler wird durch Beseitigung der Ursache ausgeschlossen.

wie der deterministischen. ²⁶⁾ Es handelt sich dabei jedoch nicht um ein unabhängiges Nebeneinander, sondern um ein Nacheinander: erst deterministische und dann probabilistische Beurteilung. Die beiden Beurteilungsschritte sind im einzelnen, wie folgt, vorzunehmen:

(a) Mit Hilfe nomologischen Wissens über eindeutige Gesetzmäßigkeiten müssen diejenigen Ursachen aufgedeckt werden, aus denen sich ohne zufälliges Hinzutreten weiterer Umstände zwangsläufig Vorgänge entwickeln, die zu Schäden führen können. Dabei muß im Ergebnis gewährleistet sein, daß durch die getroffenen Vorkehrungen die

26) Bender (NJW 1979, S. 1425 (1427, Fußnote 11)) weist darauf hin, daß das probabilistische Wahrscheinlichkeitskalkül zwecks Konkretisierung des Schadensvorsorgegebots im technischen Sicherheitsrecht der Ergänzung durch deterministische Effizienzanalysen bedarf. Er sieht sich hierin mit Breuer (DVBl 1978, S.834 f) einig. Damit stellt er umgekehrt zugleich aber auch fest, daß sowohl deterministische wie auch probabilistische Beurteilungen für die Rechtsanwendung von Bedeutung sind. Marburger hat in seinem Beitrag zu den 11. Bitburger Gesprächen (Trier, 1981, getragen von der Gesellschaft für Rechtspolitik) die Position vertreten, daß auf der Grundlage von Risikoanalysen die nur mit unbestimmten Begriffen umschriebenen materiellen Genehmigungsvoraussetzungen noch auf der Rechtsnormenebene näher konkretisiert werden könnten, wenn diese Methoden noch weiter gesichert und damit aussagekräftiger werden. Insofern ist auch Marburger der Auffassung, daß der probabilistischen Beurteilung ein stärkeres Gewicht als bisher bei der Beurteilung technischer Gefahrenquellen zukommt. Auch Wagner (BB 1980, S. 1809 (1814)) vertritt die Auffassung, daß wissenschaftlich-technische Risikoanalysen in stärkerem Umfang als bisher in konkrete Genehmigungsverfahren technischer Anlagen Eingang finden sollten. Das heißt also, daß in die Gefahrenbeurteilung stärker als bisher probabilistische Analysen einbezogen werden sollten.

schadensträchtigen Abläufe wirksam unterbrochen werden, also Schadensentwicklungen aufgrund der gegebenen Umstände nicht deterministisch vorbestimmt sind. Nach dem dargelegten Kausalitätsverständnis werden mit dieser Beurteilung aber nur die determinierbaren Phänomenenfolgen erfaßt.

(b) Umstände, die im Laufe der Zeit zufällig hinzutreten können oder zuvor nicht erkennbare latente Gegebenheiten, die plötzlich erkennbar auftreten, müssen durch Wahrscheinlichkeitszusammenhänge erfaßt werden, da sie zu den Phänomenenfolgen gehören, für die nur mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsberechnung Voraussagen gemacht werden können. Dadurch ergeben sich zahlenmäßige Wahrscheinlichkeitsangaben über schadensträchtige Entwicklungen. Die Voraussagen beruhen auf der Annahme, daß bestimmte Umstände rein zufällig in einer Anlage hinzutreten oder zusammentreffen oder plötzlich auftreten können und gewissen stochastischen Gesetzen genügen. Die technische Anlage ist besonders zuverlässig, wenn diese Voraussage sehr kleine Wahrscheinlichkeitswerte für Schadensabläufe ergibt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Aussage, daß Schäden nicht auftreten werden, ist dann entsprechend gering.

Durch die Zahlenangabe für die Irrtumswahrscheinlichkeit wird zugleich die unausräumbare Ungewißheit über denkbare Schäden beziffert und ist nicht rein individuellen subjektiven Einschätzungen überlassen. Insofern wird durch die Einbeziehung von probabilistisch quantifizierenden Beurteilungen eine zusätzliche allgemein nachprüfbare Erkenntnis erzielt. Dieser Erkenntnisgewinn ermöglicht die Konstruktion eines Sicherheitssystems, das höchsten Ansprüchen genügt.

III.) Rechtsdogmatische Konsequenzen

Durch die außerrechtlich vorgegebenen kausalen Zusammenhänge bei technischen Sachverhalten werden Prämissen für die rechtliche Beurteilung von technischen Gefahrenquellen gesetzt. Das gilt vor allem für die Frage, welche Umstände oder Bedingungen rechtsverbindlich als Ursachen oder Risikofaktoren für den Eintritt von Schadensereignissen anzusehen sind. Die Beantwortung dieser Kausalitätsfrage ist für die Beurteilung der Frage, ob eine Gefahr im Rechtssinne besteht, wesentlich. Von der Rechtswissenschaft und Rechtsprechung wurden zur Feststellung von Kausalität im Rechtssinne Wertungssysteme, sogenannte Kausalitätstheorien, entwickelt.

Im folgenden wird dargelegt, daß die Adäquanztheorie dasjenige Wertungssystem ist, das bei der Gefahrenbeurteilung technischer Sachverhalte die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse über Kausalitätszusammenhänge besonders sachgerecht zu berücksichtigen gestattet. Dagegen ist bei der rechtlichen Gefahrenbeurteilung technischer Sachverhalte die Äquivalenztheorie kein geeignetes Wertungssystem, um zu rechtsverbindlichen Kausalitätsfeststellungen zu kommen.

1.) Nicht-Anwendbarkeit der Äquivalenztheorie

Aufgrund der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse über kausale Zusammenhänge gibt es zwei Typen von Ursachen und Bedingungen für einen Geschehensablauf. Einmal wird durch einzelne Umstände und Gegebenheiten der Schadensablauf eindeutig vorbestimmt, zum anderen sind lediglich Umstände und Gegebenheiten vorhanden, die zwar für sich allein noch keine Schadensentwicklung eindeutig vorherbestimmen, die aber mehr oder weniger stark den Ereignisablauf beeinflussen können.

Folglich können einzelne Gegebenheiten und Umstände ein ganz unterschiedliches Gewicht für die Möglichkeit eines Schadenseintritts besitzen. Eine Gleichwertigkeit aller Ursachen und Bedingungen für Schadensereignisse ist also zumindest bei naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten nicht gegeben. Da die Äquivalenztheorie von der Gleichwertigkeit aller Ursachen und Bedingungen ausgeht, ist ihre Anwendung auf naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte abzulehnen.

Zu dieser Folgerung sind auch andere Stimmen in der rechtswissenschaftlichen Literatur gelangt. So stellt zum Beispiel R. v. Hippel fest:

"Mit der Revision des ahistorischen, mechanistischen Wissenschaftsbegriffes sind die theoretischen Voraussetzungen für die ursprüngliche juristische Bedingungstheorie entfallen, die auch gar nicht mehr unproblematisch-naiv angewendet wird." 27)

Th.W. Wälde greift das neue naturwissenschaftliche Verständnis zur Kausalität auf und wendet es über das Verursacherprinzip auf die Rechtsprobleme der Abwehr von Gefahren im Umweltschutz an. 28) Auch er kommt dabei zum Ergebnis, daß von der Gleichwertigkeitsformel für einzelne Bedingungen, der *conditio-sine-qua-non*-Formel, abgerückt werden muß, zugunsten eines mehrdimensionalen und integrierten Ansatzes im Rechtsdenken. 29) Im einzelnen weist er darauf hin, daß die Umweltschädigung durch die moderne Technik gerade nicht "auf monokausalen Ursachenketten be-

27) R. v. Hippel, *Gefahrurteile*, S. 64

28) Th.W. Wälde, *AÖR* 99, S. 585 ff (1974)

29) Von Th.W. Wälde durch entsprechende Formulierung schon im Untertitel seiner Arbeit hervorgehoben: "Das Erfordernis eines mehr-dimensionalen und integrierten Ansatzes im Rechtsdenken"

ruht, wie im zweifelhaften Kausalsatz des deutschen Rechts unterstellt werde, sondern auf einer Aggregation von Faktoren einer Kausalstruktur." ³⁰⁾ Er beruft sich dabei auf erkenntnistheoretische Darstellungen von Bridgeman ³¹⁾ und Mcleiver ³²⁾. Hinsichtlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Jurisprudenz weist er auf rechtswissenschaftliche Arbeiten von A. Kaufmann ³³⁾ und Bakes ³⁴⁾ hin, wonach die *conditio-sine-qua-non*-Formel mit ihren monokausalen, im Kettenmodell veranschaulichten Hintergrund einer überholten naturwissenschaftlichen Lehre angehört. Inzwischen scheint - wie Wälde sich ausdrückt - die Kausalität durch stochastische und andere Wahrscheinlichkeitsmodelle ersetzt zu werden. Th.W. Wälde ³⁵⁾ erscheint statt monokausalen Denkens (in einer Kausalkette) ein Ansatz von Strukturmodellen mit Wahrscheinlichkeitsaussagen für die Jurisprudenz angemessener.

Auch Weitnauer ³⁶⁾ hat darauf hingewiesen, daß die Auffassung von der Welt als einem vollkommen determinierten System nicht mehr zutrifft. Das bedeute aber nicht, daß das Kausalgesetz als Vorstellung, daß es keine Wirkung ohne Ursache gibt, keinen Schlüssel mehr zum naturwissenschaftlichen Weltverständnis bilden würde. Es müsse aber teilweise vom reinen Bedingungs Zusammenhang im Sinne der *conditio-sine-qua-non*-Formel abgerückt werden; stattdessen

30) Th.W. Wälde, a.a.O., S. 619

31) Bridgeman, *The Logic of Modern Physics*, 1927

32) Mcleiver, *Social Causation*, 1942

33) A. Kaufmann, in *Festschr. f. Smidt*, 1961, S. 200 ff

34) Bakes, *JZ* 1973, 337 (339)

35) Th.W. Wälde, a.a.O., S. 619, dort in Fußn. 111

36) Weitnauer stützt sich dabei auf erkenntnistheoretische Arbeiten von W. Heisenberg, Pascual Jordan und R. v. Mises (Weitnauer, *Zur Lehre vom adäquaten Kausalzusammenhang*, in: *Festgabe K. Oftinger*, S. 321 (1. Kap. Fußn. 137).

müßten Wahrscheinlichkeitsüberlegungen getroffen werden, die im Sinne einer mehr oder weniger großen Plausibilität hinsichtlich der Richtigkeit einer Annahme zu deuten seien. ³⁷⁾

Die oben zitierten Stimmen aus der Rechtswissenschaft tragen also dem modernen naturwissenschaftlichen Kausalitätsverständnis Rechnung, wonach es in der Welt nicht nur streng deterministische Bedingungsbeziehungen, sondern auch stochastische Bedingungsbeziehungen gibt.

Heute ist es allgemein erfahrbar, daß die Folgen des technologischen Fortschritts in ihrer Wirkung meist nur schwer zu durchschauen sind und vielfältig sein können. Diese allgemeine Erfahrung dürfte die oben dargelegte Erkenntnis bestärken, daß der Ansatz mit monokausalen Ursachenketten aus naturwissenschaftlicher Sicht unzureichend ist. Insofern legt bereits die allgemeine Erfahrung nahe, daß die rechtliche Bewertung wahrscheinlichkeitslogische Strukturmodelle berücksichtigen sollte.

2.) Bestätigung der Rechtslehre vom adäquaten Kausalzusammenhang

Den dargelegten naturwissenschaftlichen Erkenntnissen von kausalen Zusammenhängen kann insbesondere die Adäquanztheorie gerecht werden. Dies ergibt sich vor allem aus dem Ansatz der Adäquanztheorie, wonach nicht alle Umstände und Bedingungen, die irgendwie mit dem Schadenseintritt in

37) Weitnauer, Zur Lehre vom adäquaten Kausalzusammenhang, in: Festgabe, Oftinger, S. 323

Beziehung stehen, für den Eintritt des Schadens wesentlich sind. Mit Hilfe wertender Kriterien werden deshalb die für die Rechtsgutverletzung als ursächlich im Rechtssinne anzusehenden Umstände und Bedingungen eingegrenzt. Adäquat sollen nur die Gegebenheiten, Umstände und Bedingungen sein, die objektiv und generell die Möglichkeit eines Schadenseintritts nicht unwesentlich erhöhen.

Bei der vorausschauenden Gefahrenbeurteilung im technischen Sicherheitsrecht kommt es in besonderer Weise auf diese Wichtung der einzelnen Umstände und Gegebenheiten an. Fiktive Wertungen der Kausalität ohne Berücksichtigung naturwissenschaftlich-technischer Gegebenheiten und Bedingungen verbessern nicht den vorrangigen Schutzzweck der Gefahrenbeurteilung, sondern können im Gegenteil folgenschwere Fehleinschätzungen ergeben. Das naturwissenschaftliche Verständnis von kausalen Zusammenhängen muß deshalb die Grundlage für die Beurteilung technischer Gefahrenquellen bilden. Dieses Verständnis besagt aber, daß die einzelnen Gegebenheiten und Umstände unterschiedlichen Einfluß auf den Geschehensablauf haben.

Die aus den aufgestellten Verfahrensgrundsätzen für eine Gefahrenbeurteilung folgende Zweiteilung wird der unterschiedlichen Bedeutung der einzelnen Umstände und Gegebenheiten für die Kausalität von Schadensabläufen gerecht. Darauf aufbauend wird im folgenden Abschnitt ein geeignetes Adäquanzkriterium aufgestellt.

Einige Stimmen aus der rechtswissenschaftlichen Literatur gehen in die hier aufgezeigte Richtung. So führte insbesondere Weitnauer³⁸⁾ aus, daß Wahrscheinlichkeitsberechnungen

38)H. Weitnauer, a.a.O., S. 321 ff

im Rahmen der Adäquanztheorie eine der Natur der Sache gerecht werdende Wertung von Einzelursachen ermöglichen. Auch in den Ausführungen von Lukes ³⁹⁾ über juristische Aspekte der Risikobeurteilung wird deutlich, daß die Einbeziehung von quantitativen Risikoanalysen - also von Wahrscheinlichkeitsberechnungen - die Anwendung auch der Adäquanztheorie verbessert.

Als Ergebnis läßt sich somit feststellen, daß aus rechtsdogmatischer Sicht die Adäquanztheorie ein Wertungssystem für rechtliche Kausalitätsfragen ist, das die heutigen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse über die kausalen Zusammenhänge ⁴⁰⁾ zutreffend zu berücksichtigen gestattet.

3.) Aufstellung eines Adäquanzkriteriums für die Eingrenzung auf adäquate Ursachen eines technischen Gefahrentatbestandes

a) Formulierung des Adäquanzkriteriums

Nach dem bekannten Kalkar-Beschluß des Bundesverfassungsgerichtes (1978) ist ein Gefahrenausschluß im Atomrecht dann gegeben, wenn nur noch Ungewißheiten verbleiben, mit denen nach praktischer Vernunft nicht zu rechnen ist und die ihre Ursache in den Grenzen menschlichen Erkenntnisvermögens haben.

Bestärkt durch diese Entscheidung des Bundesverfassungsgerichtes wird hier die Auffassung vertreten, daß lediglich

39) R. Lukes, BB 1978, 317 (320, 1. Sp.) = GRS-10-Bericht über 1. GRS-Fachgespräch 1977, S. 99 (106)

40) Teils determinierbare, teils probabilistisch quantitativ abschätzbare kausale Zusammenhänge!

Ungewißheiten jenseits der Schwelle praktischer Vernunft konkreter mit Zahlen einzugrenzen versucht werden, wenn

- man sich auf die pessimistische Annahme stützen muß, daß erst eine Vielzahl stochastisch auftretender Umstände zufällig zusammentreffen müssen, damit ein Schadenseintritt denkbar ist,
- die einzelnen stochastisch auftretenden Umstände selbst nur mit geringer Wahrscheinlichkeit eintreten und
- sich deshalb für das zufällige Zusammentreffen der Einzelumstände nur noch äußerst kleine Eintrittswahrscheinlichkeiten für denkbare Schadensereignisse (z.B. mittels probabilistischer Analysen) ergeben.

Wird diese Auffassung akzeptiert, dann läßt sich in Verbindung mit den beiden aufgestellten Verfahrensgrundsätzen ⁴¹⁾ auch ein Kriterium akzeptieren, mit dem bestimmt werden kann, welche Bedingungen für einen Gefahrentatbestand adäquat ursächlich sind.

Dieses Kriterium besteht entsprechend den beiden aufgestellten Verfahrensgrundsätzen aus zwei Teilen und lautet:

Als adäquat ursächlich für einen Gefahrentatbestand sind anzusehen

- Bedingungen, die deterministisch nachweisbar Schadensereignisse vorherbestimmen (eindeutige Ursachen; entsprechend dem Verfahrensgrundsatz (1)).
- Bedingungen, die mit probabilistisch ermittelten Zahlen konkret und stochastisch nachweisbar die Eintrittswahr-

41) Siehe Abschnitt B II dieses Kapitels

scheinlichkeit eines Schadensereignisses merklich erhöhen (hinreichend gesicherte Einflußfaktoren; entsprechend Verfahrensgrundsatz (2)).

Negativ formuliert bedeutet dieses Kriterium:

Ein Gefahrentatbestand besteht dann nicht, wenn

- erstens, deterministische Untersuchungen keine Bedingungen aufzeigen, die einzelne Schadensereignisse vorherbestimmen und
- zweitens, die verbleibenden Einflußfaktoren selbst bei einer sehr pessimistischen Einschätzung über deren zufälliges Auftreten und Zusammentreffen so gering sind, daß sich im Ergebnis nur eine sehr kleine Eintrittswahrscheinlichkeit für denkbare Schadensereignisse ergibt. Es handelt sich dann nur um eine Ungewißheit, die jenseits der Schwelle praktischer Vernunft liegt.

Demnach liegt, wenn obige negative Formulierung des Adäquanzkriteriums erfüllt ist, ein Normalzustand vor, der weder Gefahrenwert hat, noch Anlaß zur Risikovorsorge ist.⁴²⁾

Der Normalzustand ist freilich kein Zustand absoluter Gefahrlosigkeit⁴³⁾, sondern es bleiben wegen der Grenzen menschlichen Erkenntnisvermögens Ungewißheiten, die unentrinnbar sind und die sich auch nie vermeiden lassen werden.

Wenn aber zu diesem Normalzustand Bedingungen hinzutreten,

42) Das sogenannte Restrisiko in der Kerntechnik kann in dieser Weise charakterisiert werden; in diesem Sinne auch Albers, Gerichtssentscheidungen zu Kernkraftwerken, 1980, S. 97 (Mitte), Argumente in der Energiediskussion, Bd. 10, und Abschnitt C.II des 2. Kapitels.

43) Vergleiche FN 9 im 1. Kapitel

die hinreichend stochastisch nachgewiesen die Eintrittswahrscheinlichkeit für Schäden merklich erhöhen, so entsteht ein Gefahrentatbestand. Gerade die Wahrscheinlichkeitsrechnung und mithin die probabilistischen Analysen sind für solche relativen Aussagen in Bezug auf normativ durch Wertung bestimmte Größen (hier der zulässige Normalzustand!) gut geeignet.

b) Begründung des aufgestellten Adäquanzkriteriums

Die bekannte Adäquanzformel, wonach nur jene Ursachen zu betrachten sind, die nach dem gewöhnlichen Lauf der Dinge und der allgemeinen Lebenserfahrung generell geeignet sind, einen Schaden zu bewirken⁴⁴⁾, ist zu allgemein und überläßt die Interpretation der Adäquanz letzten Endes der jeweiligen Optik des Richters.⁴⁵⁾ Insbesondere wird dabei nicht gewährleistet, daß bei der Abgrenzung adäquater Ursachen von inadäquaten die naturwissenschaftlichen Erkennt-

44) Vergleiche etwa H. Lange, Herrschaft und Verfall der Lehre vom adäquaten Kausalzusammenhang, AcP (1957) 114, Anm. 6; RGZ 133, 127; 128, 165; 168, 88; BGHZ 7, 204

45) M.R. Will (Quellen erhöhter Gefahr, 1980, S. 300) weist auf die vielen Widerstände gegen einen Adäquanzbegriff hin, der Entlastungsgründe, Ursachenintensität, Normzweckgedanken und andere Zurechnungskriterien wie ein Sammelbecken aufnehme und so zu einem wissenschaftlich klingenden Synonym für die straf- oder zivilrechtliche Zurechnung der Verursachung von Rechtsverletzungen werde. Ähnlich beklagt auch W. Lanz (Alternativen zur Lehre vom adäquaten Kausalzusammenhang, Bern/Frankfurt 1974, S. 33 ff) die Unbestimmtheit des Adäquanzbegriffes, was zu einer gewissen Willkür bei der Unterscheidung zwischen adäquat und inadäquat führe. - In der Tat geschieht mit der allgemein bekannten Adäquanzformel die Abgrenzung im wesentlichen nur nach allgemeinen Gesichtspunkten der praktischen Vernunft und des gesunden Menschenverstandes, wobei den subjektiven Anschauungen des Richters ein weiterer Raum überlassen ist. Deshalb wurde hier ein konkreteres Adäquanzkriterium aufgestellt.

nisse über die kausalen Zusammenhänge sachgerecht berücksichtigt werden.

Das hier formulierte Adäquanzkriterium unternimmt es deshalb, die Adäquanztheorie mit Hilfe objektiver naturwissenschaftlicher Gesichtspunkte konkret auszugestalten. Dementsprechend macht das vorgeschlagene Adäquanzkriterium die Bewertung der Ursächlichkeit von einzelnen Bedingungen zu einer Aufgabe, die grundsätzlich nur mit Hilfe objektiver naturwissenschaftlicher Methoden gelöst werden kann. Zu diesem Zweck werden die ursächlichen Bedingungen entsprechend dem hier dargelegten naturwissenschaftlichen Kausalverständnis klassifiziert. Sie werden klassifiziert in

- eindeutige Ursachen, die als determinierende Bedingungen Schadensereignisse eindeutig vorausbestimmen und in
- unterschiedlich gesicherte Einflußfaktoren, die als probabilistische Bedingungen oder Risikofaktoren einen nur probabilistisch abschätzbaren Einfluß auf den Geschehensablauf haben können.

Die Entscheidung darüber, ob eine determinierende oder nur eine probabilistische Bedingung besteht, erfordert somit eine (natur-)wissenschaftliche Untersuchung. Ergibt sich danach, daß determinierende Bedingungen vorliegen, so ist eindeutig nachgewiesen, daß bei ungehindertem Ablauf des Geschehens zwangsläufig Schäden entstehen würden. Die Frage der Ursächlichkeit bedarf in diesem Fall keiner weiteren Bewertung. Ergibt die Prüfung, daß es sich um probabilistische Bedingungen handelt, so läßt sich ihre Wichtigkeit für den weiteren Geschehensablauf auf der Grundlage probabilistischer Analysen abschätzen. Je wahrscheinlicher danach die einzelnen probabilistischen Bedingungen auf einen Scha-

densablauf hinwirken könnten, desto gewichtiger sind sie als mögliche Ursachen für einen Schaden.

Das vorgeschlagene Adäquanzkriterium führt also zu einer objektiven Rangordnung der einzelnen Ursachen bzw. Einflußfaktoren für den weiteren Geschehensablauf: angeführt von den mit Gewißheit zu Schäden führenden Ursachen (determinierende Bedingungen), gefolgt von den mit großer Wahrscheinlichkeit zu Schäden führenden probabilistischen Einflußfaktoren, bis hin zu den nur denkbaren Einflußfaktoren, die nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit eine Ursache für Schäden sein könnten. Es bleibt die Frage, wo diese Rangordnung endet.

Das aufgestellte Adäquanzkriterium überläßt diese Grenzziehung nicht nur subjektivem Ermessen:

Ein kausaler Zusammenhang liegt dann nicht vor, wenn nach aller menschlichen Erkenntnis - konkretisiert in Wissenschaft und Technik - eine nur sehr geringe Wahrscheinlichkeit für ein zufälliges Auftreten und Zusammentreffen von Einflußfaktoren abschätzbar ist und diese Abschätzung nur deshalb gemacht wird, weil man versuchen will, pessimistische Hypothesen über Ungewißeiten jenseits der Schwelle praktischer Vernunft möglichst in Zahlen zu fassen.

Das vorgeschlagene Adäquanzkriterium zieht somit die Grenze zwischen Ursächlichkeit und Nichtursächlichkeit von Bedingungen durch unmittelbare Bezugnahme auf die wissenschaftliche Nachweisbarkeit und somit im Einklang mit der Auffassung des Bundesverfassungsgerichtes. Der menschliche Erkenntnis- und Erfahrungsstand ist nach dem aufgestellten Adäquanzkriterium entscheidend für die Beurteilung darüber, was als adäquat ursächlich für einen Gefahrentatbestand

angesehen werden kann. ⁴⁶⁾ Wirkungszusammenhänge, die nach menschlichem Erkenntnisvermögen lediglich pessimistische Hypothesen über das zufällige Zusammentreffen nur denkbarer Einflußfaktoren sind, werden nicht als Kausalzusammenhänge anerkannt. D.h. man muß sich zumindest darüber Gewißheit verschaffen können, daß die probabilistischen Bedingungen mehr sind als bloße Unterstellungen, die postuliert werden, um Ungewißheiten jenseits der Schwelle praktischer Vernunft in Zahlen zu fassen, mit denen aber nach Stand von Wissenschaft und Technik ernsthaft nicht zu rechnen ist.

c) Besondere Bedeutung des aufgestellten Adäquanzkriteriums für die präventive Gefahrenbeurteilung

Das aufgestellte Adäquanzkriterium ist für die präventive Gefahrenbeurteilung im Technischen Sicherheitsrecht besonders geeignet.

Während im Haftungs- und Strafrecht der eingetretene Schaden in der Regel nach Umfang und Art im wesentlichen klar vor Augen liegt, ist er im technischen Sicherheitsrecht bei der präventiven Gefahrenbeurteilung nach Umfang und Art offen. Das bedeutet aber, daß nicht nur über die Zwischenglieder der Kausalkette, sondern auch über die Höhe des möglichen Schadens spekuliert werden kann.

Diese Art von Spekulationen über Höhe und Art eines möglicherweise eintretenden Schadens sei an einem Beispiel aus dem Flugwesen illustriert:

46) Insofern auch Übereinstimmung mit Albers, Gerichtsentscheidungen zu Kernkraftwerken, S. 99.

Es besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß bei einem Jumbo-Jet-Absturz 300 Menschen getötet werden. Da auch ein Zusammenstoß zweier Jumbo-Jets denkbar ist, können hierbei 600 Menschen umkommen. Dieses Ereignis ist jedoch weit weniger wahrscheinlicher als der Absturz eines Jumbo-Jets. Man kann sich aber auch noch weit schlimmere Unfälle mit Jumbo-Jets ausdenken. So kann man sich z.B. vorstellen, daß ein vollbesetzter und vollgetankter Jumbo-Jet auf ein vollbesetztes Sportstadion fällt. Die Wahrscheinlichkeit hierfür ist zwar um nochmals viele Male geringer als der bereits unwahrscheinliche Zusammenstoß zweier Jumbo-Jets in der Luft aber dennoch nicht gleich null. Man kann nun fortfahren und immer unwahrscheinlichere Jumbo-Jet-Absturzszenarien mit noch höheren Schadensausmaßen ausmalen, wobei die Wahrscheinlichkeit für das Zusammentreffen der einzelnen Umstände immer geringer wird. Das vorgeschlagene Adäquanzkriterium begrenzt diese Spekulationen auf einen naturwissenschaftlich noch vertretbaren Rahmen, indem es alle diejenigen Spekulationen ausgrenzt, die unter dem faktisch ernstgenommenen und nach Stand von Wissenschaft und Technik praktisch ernstzunehmenden Risikoniveau liegen.

Ergebnis:

Mit dem Adäquanzkriterium kann eine Eingrenzung der Spekulationen auf einen (natur-) wissenschaftlich noch vertretbaren Rahmen erreicht werden.

6. K a p i t e l

Triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung und Ergebnis

Im vorangegangenen Kapitel wurde auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Erkenntnisse geklärt, in welchem Verhältnis deterministische Untersuchungen und probabilistische Analysen zueinander stehen, und wie die Kausalität der Geschehensabläufe dementsprechend begriffen und bewertet werden muß. Nun behandeln wir die Frage, wie auf der Basis dieses Kausalitätsverständnisses eine Gefahrenbeurteilung zu erfolgen hat.

Hierzu wird in diesem Kapitel eine "triadische Analyse" der Gefahrenbeurteilung vorgenommen. Dabei wird es sich zeigen, daß den Wahrscheinlichkeitsberechnungen bzw. Wahrscheinlichkeitszahlen eine wesentliche Bedeutung bei der rechtlichen Gefahrenbeurteilung zukommt. Die ihrer Bedeutung entsprechende Rolle wird bei Anwendung der im vorangegangenen Kapitel aufgestellten Verfahrensgrundsätze und des darauf aufbauenden Adäquanzkriterium in Kraft gesetzt. Dies wird im folgenden ebenfalls näher dargelegt.

A.) Ausgangspunkt der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung

I.) Rechtsdogmatischer Ausgangspunkt

Im vorangegangenen Kapitel wurde in Abschnitt B III. die Anwendung der Rechtslehre vom adäquaten Kausalzusammenhang befürwortet und übernommen. Entscheidend hierfür war, daß mit diesem rechtlichen Wertungssystem von kausalen Zusammenhängen die naturwissenschaftlich erkennbaren Wahrscheinlichkeitsstrukturen eines Geschehensablaufes zutreffend berück-

sichtigt und bewertet werden können, und daß nur die angemessene Bewertung von Wahrscheinlichkeitsstrukturen vor falschen Gefahurteilen bewahrt.

Bei diesen rechtsdogmatischen Überlegungen zeigte es sich auch, daß gerade die Bewertung von Wahrscheinlichkeitsstrukturen das eigentliche Problem einer Gefahrenbeurteilung bildet. Bei einer Analyse der Gefahrenbeurteilung hat man deshalb von der Tatsache auszugehen, daß im wesentlichen ein probabilistisches Problem vorliegt. In rechtsdogmatischer Hinsicht impliziert diese Erkenntnis, daß das Gefahurteil im wesentlichen auf einem Wahrscheinlichkeitsbeweis beruht.

Diese Auffassung ist Ausgangspunkt der hier unternommenen triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung. Sie trifft sich mit der ganz allgemeinen Ansicht, daß jeder rechtliche Wahrheitsbeweis im Grunde nur ein Wahrscheinlichkeitsbeweis ist.¹⁾ Danach werden in unserer Rechtsordnung "Tatsachen nicht schon wegen ihres Vorhandenseins, sondern erst aufgrund ihres Bewiesenseins als rechtlich erheblich anerkannt. Dabei knüpft das Bewiesensein an die Überzeugung der zur Beweiswürdigung kompetenten Person an."²⁾ "Die als Maßstab angerufene Überzeugung kann nur auf einem Wahrscheinlichkeitsurteil fußen. Ein bestimmter Grad von Wahrscheinlichkeit wird als Wahrheit fingiert. Der Wahrheitsbeweis wird

1) Siehe etwa W. Hoffmann-Riem in: Festschr. f. Wacke, S. 327 ff, "Anscheinsgefahr und Anscheinsverursachung im Polizeirecht" und dortige Nachweise.

2) So W. Hoffmann-Riem, a.a.O., S. 330 (Fußn. 13) mit Hinweis auf § 286 ZPO; für das Verwaltungsverfahren, vgl. Wolff III § 156 IV c. 2/2. Aufl. 1967, S. 240

zum Wahrscheinlichkeitsbeweis." ³⁾ Die sicherheits- bzw. polizeirechtliche Beweiswürdigung von Tatsachen bei der Gefahrenbeurteilung unterscheidet sich hierin nicht von derjenigen in den anderen Verwaltungsverfahren.

Hoffmann-Riem ⁴⁾ sieht hier aber insofern eine Besonderheit, als schon die materiell-polizeirechtlichen Ermächtigungsnormen durch die Wahl von Tatbestandsmerkmalen wie etwa "Gefahr, Störung" auf notwendige Wahrscheinlichkeitsurteile verweisen. Diese Besonderheit sei insofern rechtlich erheblich, als damit ausdrücklich Eingriffe schon dann erlaubt oder geboten sind, wenn der Sachverhalt tatsächlich (noch) nicht voll aufgeklärt oder in der gegebenen Situation auch nicht voll aufklärbar ist.

II.) Erkenntnistheoretischer Ausgangspunkt

Entsprechend der obigen Feststellung, daß die Gefahrenbeurteilung vornehmlich ein probabilistisches Problem darstellt, sollte man sich vor einer Analyse der Gefahrenbeurteilung vor allem Klarheit über den Begriff der "Wahrscheinlichkeit" verschaffen. ⁵⁾

3) So W. Hoffmann-Riem, a.a.O., S. 330 (dort belegt in Fußnoten 14, 15, 16, 17; RGZ 162, 223, 229; Blomeyer, Gutachten, S. 15/16; Weyreuther, DRiZ 1957, 56 m.w. Hinw.)

4) W. Hoffmann-Riem, a.a.O., S. 331

5) Die dominierende Rolle der Wahrscheinlichkeit im Gefahrenbegriff bzw. bei der Gefahrenbeurteilung wurde bereits im 2. Kapitel dargelegt und hervorgehoben.

Die von Juhos / Katzenberger (1970) gegebene ⁶⁾ erkenntnistheoretische Analyse des Begriffs "Wahrscheinlichkeit" erweist sich hierfür als klärend und besonders konstruktiv. Das letztere gilt vor allem auch deshalb, weil diese Untersuchung die neueren Einsichten in die kausalen Zusammenhänge auf naturwissenschaftlich-technischem Gebiet berücksichtigt und dies - wie in der vorliegenden Arbeit festgestellt - eine wichtige Voraussetzung für eine sachgerechte Beurteilung technischer Gefahrenquellen ist.

1.) Drei Elemente des Wahrscheinlichkeitsbegriffes

Juhos und Katzenberger haben dargelegt, daß manche begriffliche Paradoxie, die Wahrscheinlichkeitsüberlegungen anhaftet, auf der Vermengung der drei (von Juhos und Katzenberger herausgearbeiteten) unterschiedlichen Grundbegriffe von Wahrscheinlichkeit beruht. Diese Autoren unterscheiden folgende drei Elementarbegriffe von Wahrscheinlichkeit: ⁷⁾

- die Glaubenswahrscheinlichkeit,
- die logische Wahrscheinlichkeit und
- die empirische (= physikalische) Wahrscheinlichkeit.

Die "Glaubenswahrscheinlichkeit" entspricht einem theoretisch nicht begründbaren subjektiven Glauben, der aus individuellen persönlichen Erlebnissen entsteht. Es kann sich dabei um eine Anschauung handeln, wonach auf einen Zustand A unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen immer ein Zu-

6) B. Juhos und W. Katzenberger, Wahrscheinlichkeit als Erkenntnisform (1970), S. 1 ff in: Erfahrung und Denken (Schriften zur Förderung der Beziehung zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften, Bd. 34, Berlin, 1970)
7) B. Juhos und W. Katzenberger, a.a.O., S. 8, 9 und 13 ff

stand B folgen wird, weil man dies bisher stets beobachtet habe; oder es kann auch nur ein Aberglaube zugrundeliegen. Hier bestimmt die Intensität des Glaubens, die vom jeweiligen Subjekt abhängig ist, die Höhe der Glaubenswahrscheinlichkeit. Diese Art Glaubenswahrscheinlichkeit ist folglich kein objektiver, sondern nur ein subjektiver Maßstab.

Dagegen können die beiden anderen elementaren Wahrscheinlichkeitsbegriffe logisch mathematisch analysiert werden.

Die "logische Wahrscheinlichkeit" wird durch logische Schlußweisen bestimmt. Gemäß induktiver Logik ergeben sich hierbei aus Prämissen stets mehrere mögliche, sich aber gegenseitig ausschließende Schlußsätze. Wird ein Bewertungssystem, eine sogenannte Wahrscheinlichkeitsmetrik,⁸⁾ festgelegt, so kann die logische Wahrscheinlichkeit der einzelnen Schlußsätze zahlenmäßig gekennzeichnet werden.

Unter "empirischer Wahrscheinlichkeit" schließlich ist eine reale Phänomenordnung (oder anders ausgedrückt: Gesetzmäßigkeit von Geschehensabläufen) zu verstehen, deren Form empirisch mit Hilfe von Statistik und Stochastik ermittelt werden kann. Die Durchführung kann man als Wahrscheinlichkeitsberechnung bezeichnen und das Ergebnis als "empirische Wahrscheinlichkeit" durch relative Häufigkeitswerte für einzelne Zusammenhänge in dieser Phänomenenordnung kennzeichnen.

8) Wahrscheinlichkeitsmetrik ist die allgemeine Bezeichnung für einen mathematischen Funktionszusammenhang, mit dem Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Elemente einer wohldefinierten "Menge" bestimmt (= gemessen!) werden können. Der Begriff "Menge" ist hier mathematisch zu verstehen. So können z.B. eine bestimmte Art von logischen Schlußsätzen oder bestimmte mögliche Ereignisse eine derartige Menge bilden.

2.) Unterscheidung zwischen subjektiver und objektiver Wahrscheinlichkeit

In der rechtswissenschaftlichen Literatur wird anstelle der triadischen Differenzierung in der Regel nur zwischen einer subjektiven und einer objektiven Wahrscheinlichkeit unterschieden. Diese Unterscheidung wird manchmal mit dem Hinweis auf die erkenntnistheoretischen Arbeiten von Carnap⁹⁾ zur Wahrscheinlichkeit gerechtfertigt; dieser Autor gab als erster eine umfassende logische Begründung zur Unterscheidung von Wahrscheinlichkeitsbegriffen.

Carnap unterscheidet eine "Wahrscheinlichkeit W_1 " von einer "Wahrscheinlichkeit W_2 ". Als "Wahrscheinlichkeit W_1 " (= subjektive Wahrscheinlichkeit) definiert er den "Vertrauens- oder Glaubwürdigkeitsgrad", unter dem es rational ist, zu glauben, daß eine Hypothese "h" bezüglich einer Beobachtung "e" logisch wahr ist. Auf der anderen Seite könne man Wahrscheinlichkeit definieren als "Grenzwert der relativen Häufigkeit der günstigen zu allen möglichen Realisationen von Ereignissen."¹⁰⁾ Wahrscheinlichkeit in letzterem Sinne bezeichnet er als "Wahrscheinlichkeit W_2 " (= objektive Wahrscheinlichkeit).

Ein Vergleich mit der Analyse des Wahrscheinlichkeitsbegriffes von Juhos und Katzenberger zeigt, daß sich auch die Unterscheidung Carnaps auf die drei Elementarbegriffe von Wahrscheinlichkeit zurückführen läßt.

9) R. Carnap, Logical Foundation of probability, 1950

10) Zitiert nach H.W. Gottinger, Subjektive Wahrscheinlichkeiten, S. 9, so aber zuerst R. v. Mises (1928)

So kann man der "Wahrscheinlichkeit W_2 ", wie bereits R. v. Mises ¹¹⁾ gezeigt hatte, ohne Schwierigkeiten einen numerischen Wahrscheinlichkeitsgrad als Grenzwert von relativen Häufigkeitswerten zuordnen. Die Definition der "Wahrscheinlichkeit W_2 " erweist sich also mit der elementaren Begriffsform "empirische Wahrscheinlichkeit" identisch.

Hinsichtlich der "Wahrscheinlichkeit W_1 " hat zum Beispiel Gottinger ¹²⁾ gezeigt, daß für den Vertrauensgrad bzw. Glaubwürdigkeitsgrad im Sinne der "Wahrscheinlichkeit W_1 " eine Zahl zwischen 0 und 1 numerisch mit Hilfe von logischen Schlüssen festgelegt werden kann. Dementsprechend kann man nach Gottinger, teils logisch schließend, teils intuitiv abschätzend, zum Beispiel den "Vertrauensgrad für Regen im Oktober (zahlenmäßig) höher einschätzen, als den Ausbruch eines thermo-nuklearen Krieges im gegebenen Jahr." Somit ist die "Wahrscheinlichkeit W_1 " im Sinne von Juhos und Katzenberger eine Verknüpfung der "Glaubenswahrscheinlichkeit" mit der "logischen Wahrscheinlichkeit".

Die Unterscheidung des Wahrscheinlichkeitsbegriffes durch drei Elementar-begriffe erweist sich so als Differenzierung der Unterscheidung zwischen objektiver und subjektiver Wahrscheinlichkeit nach Carnap. Deshalb soll im folgenden die Forderung von Juhos und Katzenberger befolgt werden, bei Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen die drei elementaren Wahrscheinlichkeitsbegriffe streng auseinanderzuhalten. Dieser erkenntnistheoretische Grundsatz bildet den wesentlichen Ausgangspunkt in der folgenden triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung.

11) R. v. Mises, Wahrscheinlichkeit, S. 16 ff

12) H.W. Gottinger, a.a.O., insb. S. 66 ff

B.) Die triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung

Wie eingangs unter dem Abschnitt "Rechtsdogmatischer Ausgangspunkt" dargestellt, geht es bei der Gefahrenbeurteilung vor allem um Wahrscheinlichkeitsurteile. Letztere bilden das eigentliche Problem einer Gefahrenbeurteilung. Zur Lösung des Problems ist es darum angemessen vom Wahrscheinlichkeitsbegriff auszugehen und die triadische Unterscheidung von Wahrscheinlichkeiten nach Juhos und Katzenberger auf die Gefahrenbeurteilung zu übertragen. Entsprechend dem triadischen Wahrscheinlichkeitsbegriff unterscheidet darum die triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung drei Elemente einer Gefahrenbeurteilung:

- logische Gefahrenbeurteilung,
- empirische Gefahrenbeurteilung,
- subjektive Gefahrenbeurteilung.

Diese drei Elemente können voneinander nicht völlig geschieden, müssen aber unbedingt unterschieden werden. Wie sie sich jeweils unterscheiden, soll nun im folgenden näher dargelegt werden.

I.) Die logische Gefahrenbeurteilung

Grundsätzlich stehen bei der Gefahrenbeurteilung zwei sich logisch gegenseitig ausschließende Hypothesen gegenüber:

- Ein Schaden tritt ein.
- Ein Schaden tritt nicht ein.

Überzeugend kann jedoch nur nachgewiesen werden, ob und inwieweit der Eintritt eines Schadens wahrscheinlicher ist als der Nicht-Eintritt; das heißt, nur Wahrscheinlichkeitsverhältnisse sind bestimmbar. Bei der Gefahrenbeurteilung kommt es also darauf an, im Wege logischen Schließens, die Wahrscheinlichkeit sich gegenseitig ausschließender Hypothesen zu ermitteln und miteinander zu vergleichen. Zur Bestimmung dieser Wahrscheinlichkeitsverhältnisse muß ein logisch schlüssiges Bewertungssystem, eine Wahrscheinlichkeitsmetrik ¹³⁾, festgelegt werden. Die mathematische Wahrscheinlichkeitstheorie kann dabei als Grundlage für den Aufbau einer solchen Wahrscheinlichkeitsmetrik dienen. Die Gefahrenbeurteilung stellt sich somit als ein logisches Wahrscheinlichkeitsproblem dar.

II.) Die empirische Gefahrenbeurteilung

Aus empirischer Sicht kann zunächst untersucht werden, ob Ursachen gegeben sind, die nach aller menschlichen Erkenntnis zwangsläufig zu Schäden in dem betrachteten Fall führen werden (Anwendung deterministischer Gesetze als erster Teil der aufgestellten Verfahrensgrundsätze!).

13) Zum Begriff siehe Fußnote 8 dieses (6.) Kapitels

Sind solche eindeutigen Ursachen gegeben, erübrigen sich detaillierte Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen, insbesondere die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Das heißt, bei dieser Prämisse ist logisch zwingend, daß der Eintritt eines Schadens in ganz hohem Maß wahrscheinlich ist. Der Nicht-eintritt eines Schadens ist nur insoweit nicht absolut ausgeschlossen, als trotz aller menschlichen Erkenntnis Umstände in den deterministisch vorhersehbaren Schadensablauf so eingreifen könnten, daß dem Eintritt eines Schadens entgegengewirkt wird. Eine Berechnung des Wahrscheinlichkeitsverhältnis von Schadenseintritt zu Schadens-Nicht-eintritt würde aber nahezu 100% für den Schadenseintritt ergeben. Dieser Fall ist ein Grenzfall bei der Gefahrenbeurteilung.

Im Bereich des Technischen Sicherheitsrechtes ist aber durch die Konstruktion der technischen Einrichtungen und deren Sicherheitssysteme der zwangsläufige Eintritt eines Schadens aus der Sicht deterministischer Gesetzmäßigkeiten in der Regel ausgeschlossen. Nur noch Wahrscheinlichkeitszusammenhänge (zum Beispiel zufälliges Zusammentreffen einzelner Ausfälle in einer Anlage) machen den Eintritt eines Schadens denkbar. Um in diesem Fall ein logisches Bewertungssystem für das gesuchte logische Wahrscheinlichkeitsverhältnis zu bekommen, bieten sich Wahrscheinlichkeitsberechnungen auf der Grundlage statistisch ermittelter Daten an (also probabilistische Analysen).

Dieses empirische Verfahren zur Abschätzung des gesuchten logischen Wahrscheinlichkeitsverhältnisses ist zweckmäßig und vom dargelegten naturwissenschaftlichen Kausalitätsverständnis her geboten, weil auf diese Weise die realen wahrscheinlichkeitsmäßigen Phänomenenfolgen erfaßt und in eine logisch fundierte Zahlenordnung übersetzt werden. (Anwendung probabilistischer Analysen als zweiter Teil der aufgestell-

ten Verfahrensgrundsätze!)).

Zusammenfassend festgestellt handelt es sich bei der empirischen Gefahrenbeurteilung um die Schaffung und Anwendung eines empirisch nachprüfbaren Bewertungssystems, mit dem das logische Wahrscheinlichkeitsverhältnis von Eintritt zu Nichteintritt eines Schadens bestimmt werden kann. Entsprechend den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen über kausale Zusammenhänge kann dieses empirisch nachprüfbare Bewertungssystem mit Hilfe von Berechnungen von Zahlenwerten aus empirischen Statistiken geschaffen werden. Dabei ist nach den aufgestellten physikalisch begründeten und empirisch nachvollziehbaren Verfahrensgrundsätzen vorzugehen.

Die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung setzt allerdings voraus, daß aufgrund deterministisch durchgeführter Untersuchungen der Eintritt eines Schadens nicht vorbestimmt ist und nur mehr die verbleibende Irrtumsmöglichkeit näher aufzuklären ist. (Lassen die Untersuchungen jedoch bereits den Eintritt eines Schadens deterministisch voraussehen, erübrigt sich der zweite Verfahrensschritt zur probabilistischen Quantifizierung der Möglichkeiten für einen Schadenseintritt.)

III.) Die subjektive Gefahrenbeurteilung

Wertende Anschauungen aus der persönlichen Lebenserfahrung des Beurteilenden fließen bei der Gefahrenbeurteilung unvermeidlich ein. Diese Seite der Gefahrenbeurteilung wird hier deshalb als subjektiv bezeichnet. Damit soll angezeigt werden, daß die Gefahrenbeurteilung von einem denkenden, wahrnehmenden, wollenden, empfindenden und mit Bewußtsein ausgestatteten Menschen vorgenommen wird

und von daher auch persönliche und individuelle Auffassungen in die Bewertung von Tatsachen einfließen. So ist die Bewertung eines zahlenmäßigen Wahrscheinlichkeitsgrades, auch wenn dieser mit Hilfe eines logischen Vorgehens (Mathematik!) und empirischer Verfahren ermittelt wurde, von subjektiv bestimmten Anschauungen des Beurteilenden nicht unabhängig.

Das heißt, die objektiven Wahrscheinlichkeitsabschätzungen müssen dem Beurteilenden den Ausschluß einer Gefahr glaubhaft machen können. Dies ist dann möglich, wenn die objektiven Wahrscheinlichkeitsverhältnisse mit persönlichen Wahrscheinlichkeitsbewertungen ¹⁴⁾ im Einklang gebracht werden können. Das bedeutet, der Beurteilende kann - etwa aus persönlichem Erleben heraus - akzeptieren, daß bei den objektiv gegebenen Wahrscheinlichkeitsverhältnissen eine Rechtsgutverletzung nicht zu befürchten ist.

Eine wichtige Forderung an die rechtliche Gefahrenbeurteilung ist aber, daß der subjektive Einfluß auf die Beurteilung zu keiner parteiischen, einseitigen, voreingenommenen oder gar unsachlichen Bewertung der ermittelten Tatsachen führt. Bei Anwendung des aufgestellten Adäquanzkriteriums wird ein negativ subjektiver Einfluß weitgehend dadurch verhindert, daß er auf das unvermeidbare Maß beschränkt wird.

Der subjektive Einfluß steckt hier in der Beurteilung darüber, wann eine probabilistische Bedingung (ein Einflußfaktor) für einen Schadenseintritt ein so geringes Gewicht hat, daß sie nach praktischer Vernunft nicht ernsthaft in Erwägung zu ziehen ist. So beruft sich zwar das aufgestellte Adäquanzkriterium auf den durch deterministische und probabilistische Methoden objektivierbaren Erkenntnisstand.

14) Im Sinne von Juhos und Katzenberger sind dies Glaubenswahrscheinlichkeiten

muß aber bei der Anwendung des Kriteriums dennoch auch an die wertende Auffassung des Beurteilenden über das anknüpfen, was als bloße Unsicherheit jenseits der Schwelle praktischer Vernunft unberücksichtigt bleiben könne.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die dargelegte Abhängigkeit der Bewertung der Wahrscheinlichkeitszahlen von subjektiv bestimmten Wertungen unvermeidlich ist. Eine in logischen Schlußweisen (Wahrscheinlichkeitsrechnung!) begründete und durch empirische Methoden ermittelte Wahrscheinlichkeitszahl gewährleistet jedoch, daß sich diese Subjektivitäten tatsächlich nur auf die Interpretation und Bewertung der objektiven Angaben (insbesondere Zahlenangaben) beschränkt und nicht bereits subjektiv bestimmte Wertungen die Ermittlung der Wahrscheinlichkeitswerte für Schäden wesentlich beeinflussen.

Das aber wäre der Fall, wenn etwa aufgrund sogenannter Lebenserfahrung die Wahrscheinlichkeit für Schäden ermittelt würde; denn hierbei beruhte die Ermittlung und Bewertung der Wahrscheinlichkeit wesentlich auch auf dem subjektiv praktischen Erleben des Beurteilenden anstelle einer logisch begründeten und empirisch nachprüfbaren und deshalb allgemein gültigen Beurteilung des Sachverhaltes.

C.) Ergebnis der triadischen Analyse und Vergleich mit dem polizeirechtlichen Gefahrenbegriff

I.) Ergebnis der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung

1.) Die drei elementaren Teilaufgaben einer Gefahrenbeurteilung

Aus der triadischen Analyse folgt zunächst, daß sich eine Gefahrenbeurteilung aus drei grundsätzlich unterschiedlichen Beurteilungsaufgaben zusammensetzt. Eine Gefahrenbeurteilung ist demnach ein dreidimensionales Beurteilungsproblem, zu dessen Lösung folgende drei elementare Teilaufgaben zu erfüllen sind:

Erste Teilaufgabe:

Für die Gefahrenbeurteilung muß ein logisch konsistentes System zur Ermittlung der relativen Wahrheit von einzelnen Hypothesen geschaffen werden (logisches Element). Mit anderen Worten: Bei der Gefahrenbeurteilung muß die relative Wahrheit von einzelnen Hypothesen über zukünftige Ereignisse mit logisch überzeugenden Methoden bestimmt werden. Insofern wird ein logisch zwingender Beweis darüber, welche Hypothese wahrer ist, gefordert, also ein Wahrscheinlichkeitsbeweis. Ein Hilfsmittel für die entsprechende Beweisführung bildet eine sogenannte Wahrscheinlichkeitsmetrik ¹⁵⁾, mit der verschiedene Hypothesen logisch begründete Wahrscheinlichkeitswerte zugeordnet werden können.

15) Zur Begriffserklärung siehe Fußnote 8

Zweite Teilaufgabe:

Es genügt jedoch nicht festzustellen, daß die Gefahrenbeurteilung logisch widerspruchsfrei ist. Die Wahrscheinlichkeitswerte für die verschiedenen Hypothesen müssen auch empirisch objektiv nachprüfbar sein (empirisches Element). Das heißt, es ist eine empirische Gefahrenbeurteilung erforderlich, die die realen und empirisch erfaßbaren Wahrscheinlichkeitszusammenhänge in empirisch nachprüfbare Wahrscheinlichkeitswerte umsetzt. Dabei muß allerdings sichergestellt sein, daß nach aller menschlichen Erkenntnis Schadensabläufe nicht bereits deterministisch vorbestimmt sind.

Die systematische Erfassung der Wahrscheinlichkeitszusammenhänge mit Hilfe probabilistischer Analysen wird als das geeignete logisch konsistente Verfahren zur Bestimmung der relativen Wahrheit einzelner Hypothesen über zukünftige Ereignisse vorgeschlagen. Wenn nämlich - bei Nichtvorliegen von deterministisch voraussehbaren Schadensmöglichkeiten - mit Hilfe probabilistischer Analysen die Wahrscheinlichkeit für die Gültigkeit von Hypothesen bestimmt wird, wird der von Wahrscheinlichkeitsgesetzen regierte Bereich des Sachverhaltes ausgewertet. Dadurch bildet die in der Natur vorgegebene und empirisch erfaßbare Wahrscheinlichkeitsordnung die Grundlage für das Bewertungssystem der gesuchten relativen Wahrheit von einzelnen Hypothesen (also die Grundlage für die der Fragestellung adäquate Wahrscheinlichkeitsmetrik).

Dritte Teilaufgabe:

Die dritte Teilaufgabe stellt ein Wertungsproblem dar. Dabei ist der durch die logische und empirische Gefahrenbeurteilung ermittelte Tatbestand zu bewerten. Eine derartige Wer-

tung kann aber nur von einem denkenden und erkennenden Menschen vorgenommen werden. Dies bedeutet, daß die Wertung nicht vollkommen losgelöst von subjektiven Auffassungen des Bewertenden ist. Dies heißt weiter, daß subjektive Einflüsse in die rechtliche Gefahrenbeurteilung unvermeidbar sind. Grundsätzlich ist dagegen nichts einzuwenden, weil die rechtliche Gefahrenbeurteilung menschliches Zusammenleben und individuelles menschliches Verhalten lenken soll und deshalb ohne subjektiv gebundene Bewertungen und Entscheidungen nicht auskommt. Der Einfluß subjektiver Auffassungen darf aber nicht unangemessen stark sein. Das aufgestellte Adäquanzkriterium steckt deshalb den Rahmen für diesen Einfluß ab. Dadurch wird zugleich auch - wie im nächsten Abschnitt ausgeführt wird - die Höhe der Gefahrenschwelle normiert.

2.) Bestimmung der Gefahrenschwelle mit Hilfe des Adäquanzkriteriums

Aus der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung ergibt sich, daß das subjektive Element in der Gefahrenbeurteilung zugleich auch bestimmt, unter welchen Umständen eine Situation als Gefahr begriffen wird. Indem nämlich das logische Element die Rationalität und das empirische die Realistik der Beurteilung verbürgen, geht es dabei nur um das gebotene methodische Vorgehen zur Ermittlung des Sachverhaltes für eine Gefahrenbeurteilung und nicht um eine Festlegung der Gefahrenschwelle. Bei der Erfüllung der dritten Teilaufgabe, der Wertung des Sachverhaltes, fließen über die sogenannte subjektive Gefahrenbeurteilung individuell bestimmte Auffassungen der beurteilenden Person ein. Je nach Art dieser Wertungen ergibt sich schließlich eine mehr oder weniger hohe Gefahrenschwelle.

Es ist aber, wenn man das aufgestellte Adäquanzkriterium anwendet, nur folgende subjektive Wertung zu akzeptieren:

Eine zahlenmäßige Wahrscheinlichkeitsangabe gilt als bloße Unsicherheit jenseits praktischer Vernunft, wenn

- die probabilistische Analyse zur Berechnung der Zahlenwerte ausgehen muß von pessimistischen Annahmen über das Zusammentreffen zufällig auftretender Umstände, mit denen selbst bei pessimistischer Abschätzung nur mit geringer Wahrscheinlichkeit zu rechnen ist, und
- die sich daraus ergebende Eintrittswahrscheinlichkeit im Vergleich mit entsprechenden Angaben für andere seltene Ereignisse äußerst gering ist.

Zahlenangaben für Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten, auf welche die obige Wertung zutrifft, versuchen lediglich Unsicherheiten jenseits praktischer Vernunft in Zahlen zu fassen. Sie liegen so nahe bei Null, daß der Abstand zu einem physikalisch absolut ausgeschlossenen Ereignis (also mit der Wahrscheinlichkeit Null) sich nur noch mathematisch ausdrücken läßt, in der Realität jedoch nicht mehr zum Tragen kommt. ^{15a)} Es muß dabei lediglich individuell

15a) In diesem Sinne argumentiert auch das OVG Lüneburgs in seinem Urteil vom 20.1.1982 (7 OVG A 119/76 -, UPR 1983, 161/166). Hinsichtlich der Bedeutung des Begriffes "vernünftigerweise ausgeschlossen" in § 3 Abs. 2 Störfall V zum BImSchG weist es auch im Beschluß vom 6.4.1984 (DVB1 1984, 890 (891, 2. Spalte) darauf hin. Danach kann von einem "praktisch ausgeschlossenen" Ereignis erst dann die Rede sein, wenn seine Eintrittswahrscheinlichkeit so nahe bei Null liegt, daß der Abstand zu einem absolut, d.h. physikalisch ausgeschlossenen Ereignis nur noch mathematisch ausdrückbar ist, in der Realität jedoch nicht mehr zum Tragen kommt.

und subjektiv akzeptiert werden, daß die unrealistische, bloß theoretische Möglichkeit eines Schadenseintritts nicht ausreicht, um eine Gefahr zu begründen.^{15b)} Andernfalls würden bereits unrealistische Spekulationen eine Gefahr im Rechtssinne begründen. Es ist aber allgemeine und herrschende Meinung, daß man ein Gefahurteil auf bloße Spekulationen über die Schadensträchtigkeit einer gegebenen Situation allein nicht stützen kann. Sie könnten allenfalls Scheingefahr oder Anscheingefahr oder Gefahrenverdacht begründen.¹⁶⁾

Da das Adäquanzkriterium nur unrealistische Spekulationen über mögliche Schadensabläufe ausgrenzt, ist die Schwelle, bei der ein Sachverhalt bereits als Gefahr begriffen wird, sehr niedrig. So genügt etwa eine empirisch ermittelte Statistik, die die theoretische Möglichkeit für einen Schadenseintritt zwar zu einer entfernten, aber im Hinblick auf die empirischen statistischen Erhebungen zu einer realistischen

-
- 15b) So im oben in FN 15a bereits zitierten Beschluß des OVG Lüneburgs (DVBl 1984, 890 (892, 1. Spalte), wobei der Senat die entsprechenden Ausführungen in seinem Beschluß vom 28.12.1976 (DVBl 1977, 347/351) bestätigt.
- 16) Es liegt nur ein Gefahrenverdacht vor, wenn die Einschätzung der Lage, ex ante, objektiv richtig war, dies sich aber durch die weitere Ermittlung als unzutreffend erweist (vgl. Drews/Wacke/Mertens, Gefahrenabwehr Bd. II, S. 111). Eine Anscheinsgefahr dagegen ist eine Situation, die bei objektiver Betrachtung als Gefahr erscheint, obwohl sie in Wirklichkeit ungefährlich ist (auf diese Unterscheidung wird in Drews/Wacke/Mertens, Gefahrenabwehr Bd. II, S. 111 Wert gelegt). Eine Schein- oder Putativgefahr ist eine subjektive Betrachtung der Situation, welche im Gegensatz zum Gefahrenverdacht nicht auf Annahmen und Hypothesen beruht, die auf gewisse Tatsachen und Umstände gestützt werden können. Bloße Verängstigungen können keine Gefahurteile begründen (in diesem Sinne z.B. auch Drews/Wacke/Mertens, a.a.O.).

nicht mehr vernachlässigbaren Wahrscheinlichkeit verdichtet diesen Sachverhalt bereits als Gefahr zu begreifen.

Statistisch ist zum Beispiel ermittelt worden, daß ein Quadratkilometer der Bundesrepublik Deutschland einmal in ca. 100 Millionen Jahren von einem schnellfliegenden Militärflugzeug getroffen wird.¹⁷⁾ Diese Wahrscheinlichkeitsangabe ist das Ergebnis objektiv nachprüfbarer Statistiken über Flugzeugabstürze. Es ist deshalb keine ganz unrealistische Spekulation, daß bei einem Flugzeugabsturz ein Kernkraftwerk getroffen werden könnte. Bei Kernkraftwerken werden darum gegen den Absturz schnellfliegender Militärmaschinen mit einem diesem Risiko angemessenen Aufwand Schutzvorkehrungen getroffen. Ein entsprechender baulicher Schutz von größeren Wohnanlagen besteht dagegen nicht. Ebenso besteht kein Flugverbot für Militärflugzeuge über der Bundesrepublik Deutschland.

Für das Fehlen eines baulichen Schutzes von Wohnanlagen gegen Flugzeugabsturz sind zusätzliche Kriterien verantwortlich, die auf zusätzlichen Wertungen, in die auch subjektive Auffassungen einfließen, beruhen. So wird erstens der Aufwand für bauliche Vorkehrungen gegen Flugzeugabsturz auf Wohnanlagen wegen der Seltenheit derartiger Ereignisse als unverhältnismäßig angesehen. Zweitens kommt hinzu, daß das mögliche Schadensausmaß bei einem Flugzeugabsturz auf eine Wohnanlage niedriger bewertet wird als das bei Absturz auf ein Kernkraftwerk ohne entsprechenden baulichen Schutz. Des weiteren wird die geringe Möglichkeit von begrenzten Schäden bei Absturz von Militärmaschinen auf Wohnanlagen hingenommen, weil dies, drittens, zur Gewährleistung

17) Dieser Wert lag zum Beispiel den Verhandlungen der Klagen gegen das KKW Grafenrheinfeld beim Verwaltungsgericht Würzburg (ET 1977, 458) zugrunde.

der äußeren Sicherheit der Bundesrepublik für notwendig gehalten wird.

Man ist folglich bereit, über das Adäquanzkriterium hinaus - zur Gewährleistung anderer Werte - die statistisch belegbare Möglichkeit von gewissen Schadensereignissen mit bestimmter Schadenshöhe und Häufigkeit hinzunehmen. 18)

Kriterien über die Höherrangigkeit von Werten oder die Geringerwertigkeit von Schäden setzten zwar die Schwelle für gewisse Gefahrenabwehrmaßnahmen höher, sind jedoch - näher besehen - Zulässigkeitskriterien für bestimmte Gefahren. Es genügt im Grunde, durch das Adäquanzkriterium die Gefahrenschwelle festzulegen. Durch weitere Kriterien wird dann nicht die Gefahrenschwelle angehoben, sondern festgelegt, bis zu welcher Höhe Gefahren hingenommen werden. Dies hat - wie der nächste Abschnitt zeigen wird - Bedeutung für die Frage, welcher Gefahrenbegriff insbesondere der sicherheitsrechtlichen Gefahrenbeurteilung zugrunde liegen sollte.

18) Die von M.R. Will (Quellen erhöhter Gefahr, S. 265 ff) zitierten Vorschläge für eine deutsche Generalklausel zur Gefährdungshaftung gehen zum Beispiel davon aus, daß Handlungsweisen oder Zustände zulässig sind, wenn die handelnden Personen die gebotene Sorgfalt beachten und die verwendeten sachlichen Mittel einwandfrei beschaffen sind, auch wenn trotzdem Menschen getötet, an ihrer Gesundheit geschädigt oder Sachen beschädigt werden können, u.U. selbst dann, wenn mit gewisser statistisch nachgewiesener Häufigkeit Schäden zu erwarten sind, wie etwa namentlich bei Kraftfahrzeugen oder Luftfahrzeugen. Hiernach kommt es also nicht darauf an, ob die Schadensmöglichkeiten lediglich unrealistische Spekulationen sind, sie können nämlich durchaus statistisch nachweisbar sein. Als bemerkenswert sei aber darauf hingewiesen, daß die Generalklauseln diese zugelassenen Verhaltensweisen oder Zustände ebenfalls als Gefahr bezeichnen. Die Kriterien "Sorgfalt" oder "einwandfreie Beschaffenheit" spielen hier folglich die Rolle von Zulässigkeitskriterien für gefährliche Situationen und dienen nicht zur Unterscheidung der gefährlichen von den ungefährlichen Situationen.

3.) Der aus der triadischen Analyse folgende Grundbegriff für Gefahr

Wie im obigen Abschnitt bereits dargelegt, führt die triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung in Verbindung mit dem aufgestellten Adäquanzkriterium auf einen weiten Begriff von Gefahr. Danach begründet jede logisch überzeugend ermittelte Wahrscheinlichkeit für Schäden eine Gefahr, wenn sie sich auf Tatsachen oder Tatsachenzusammenhänge stützen kann, die statistisch nachprüfbar bzw. nachgeprüft sind. Eine Gefahr besteht somit immer dann, wenn mit logisch und empirisch fundierten Mitteln Bedingungen festgestellt wurden, die nach dem aufgestellten Adäquanzkriterium für einen Schaden adäquat ursächlich sind.

Da dieser Gefahrenbegriff den Einfluß subjektiv bestimmter Wertungen auf das Unvermeidbare einschränkt, ist er geeignet, von einer breiten Allgemeinheit als Grundbegriff für Gefahr anerkannt zu werden.

Eine noch weitere Fassung dieses Grundbegriffes von Gefahr würde den Begriffskern Gefahr vollkommen auflösen. Wenn nämlich zwar denkbare aber im Grunde nur vermutete Tatsachenzusammenhänge eine Gefahr im Rechtssinne begründen könnten, wären bereits bloße Vermutungen vom Gefahrenbegriff umfaßt. Zwischen Gefahr und Gefahrenverdacht bestünde kein Unterschied mehr. Der Begriffskern "Gefahr" wäre damit bis zur Unkenntlichkeit verwischt. Eine derartige Ausweitung des Gefahrenbegriffs müßte letztlich jede menschliche Aktivität als Gefahr verbannen und den Wert menschlicher Tätigkeit grundsätzlich in Frage stellen. Der Wert absoluter Gefahrlosigkeit würde dann grundsätzlich höher eingeschätzt als der Wert menschlichen Handelns. Es darf davon ausgegangen werden, daß diese nur subjektiv vertretbare Wer-

tung als überzogene Position allgemein abgelehnt wird. 19)
Eine Ausweitung des hier vertretenen Grundbegriffs Gefahr
wäre mithin ebenfalls überzogen.

Umgekehrt müßte jede weitere Verengung des hier dargelegten Grundbegriffes von Gefahr durch zusätzliche Wertungen zwangsläufig die Subjektivität in der Gefahrenbeurteilung erhöhen, weil zusätzliche Wertungen von subjektiven Positionen nicht ganz unabhängig sind. Dies hätte aber zur Folge, daß der so verengte Gefahrenbegriff nur von einem kleineren Kreis von Menschen akzeptiert werden könnte. Diejenigen, die die zusätzlichen subjektiven Positionen nicht übernehmen, tragen dann auch den verengten Gefahrenbegriff nicht mit.

Der Wert, etwa des volkswirtschaftlichen Wohlergehens oder von zivilisatorischen Verbesserungen der Lebensumstände, wird vermutlich nur bei einem wesentlich kleineren Kreis von Menschen so viel wiegen, daß sie deshalb ein mit der Nutzung besonderer technischer Möglichkeiten verbundenes unvermeidliches Ausmaß von möglichen Schadensabläufen nicht als Gefahr begreifen. Die meisten Mitglieder der Rechtsgemeinschaft werden diese unvermeidlichen Schadenspotentiale sehr wohl als Gefahren ansehen. Dennoch wird ein Teil akzeptieren, daß derartige Gefahren zur Sicherung des volkswirtschaftlichen Wohlergehens oder zur Verbesserung der Lebensumstände zugelassen werden.

19) Dies entspricht Leitsatz 6 des hier mehrfach erwähnten Kalkar-Beschlusses des BVerfG. Da dieser Leitsatz die oben im Text getroffene Feststellung höchstrichterlich bestätigt, sei er hier nochmals zitiert: "Vom Gesetzgeber im Hinblick auf seine Schutzpflicht eine Regelung zu fordern, die mit absoluter Sicherheit Grundrechtsgefährdungen ausschließt, die aus der Zulassung technischer Anlagen entstehen können, hieße die Grenzen menschlichen Erkenntnisvermögens verkennen und würde weithin jede staatliche Zulassung der Nutzung der Technik verbannen" (Leitsatz 6, BVerfG E 49, 89).

Nicht eine Verengung oder Ausweitung des Begriffs Gefahr ist also erforderlich, sondern es stellt sich die Frage, nach welchen Kriterien die einzelnen zivilisatorischen Gefahren zugelassen werden dürfen.

Ergebnis:

Es wird vorgeschlagen, für die sicherheitsrechtliche Gefahrenbeurteilung den durch das aufgestellte Adäquanzkriterium definierten Grundbegriff der Gefahr anzuwenden. Weitere Kriterien können festlegen, bis zu welcher Höhe diese Gefahr hingenommen werden kann und muß.

So würde ein fruchtloser Streit über den Umfang des Gefahrenbegriffs vermieden, und es würde das eigentliche Problem angegangen, nämlich: Welche Zwecke sind so hochwertig, daß gewisse zivilisatorische Gefahren zugelassen werden dürfen und müssen? Je größer aber die typischen Gefahren einer Gefahrenquelle sind, umso weniger Spielraum bleibt für Kriterien, die für bestimmte Gefahren die Zulässigkeitschwelle höher setzen. Bei einigen technischen Anlagen, insbesondere der Kernenergienutzung, verbleibt jedoch kein Spielraum, hinsichtlich katastrophaler Schadensereignisse die Zulässigkeitschwelle durch allfällige Kriterien anzuheben. Hier hat es beim dargelegten Grundbegriff von Gefahr sein Bewenden.

II.) Vergleich des Ergebnisses der triadischen Analyse mit dem Gefahrenbegriff im Polizeirecht

1.) Vergleich mit der allgemein bekannten Definition des polizeirechtlichen Gefahrenbegriffes

Auch aus der polizeirechtlichen Definition des Gefahrenbegriffes ist eine dreidimensionale Aufgabe der Gefahrenbeurteilung herauslesbar.²⁰⁾ Allerdings ist hierbei die grundlegende Dreidimensionalität der Gefahrenbeurteilung nicht so deutlich zu erkennen.

Generell lassen sich die drei Grundaufgaben der polizeirechtlichen Gefahrenbeurteilung wie folgt identifizieren:

1. Aufgabe: Es ist vorausschauend die Wahrscheinlichkeit für eine Rechtsgutverletzung nachzuweisen. Grundsätzlich kommt es also bei der polizeirechtlichen Gefahrenbeurteilung vor allem darauf an, Wahrscheinlichkeiten für Rechtsgutverletzungen nachzuweisen. Eine allgemein überzeugende Beweisführung muß logisch widerspruchsfrei sein (logische Gefahrenbeurteilung).

2. Aufgabe: Es ist in objektiver und sachkundiger Weise zu urteilen. Hier kommt es also vor allem auf die Einbringung von Sachverstand und objektiv nachprüfbarer Erfahrung an (empirische Gefahrenbeurteilung).

20) Zum Gefahrenbegriff im Rechtssinne siehe 2. Kapitel Abschnitt A I.). Danach besteht Gefahr im Rechtssinne, wenn die Wahrscheinlichkeit für eine Rechtsgutverletzung nach sachkundigem, objektiven Urteil hinreichend groß ist.

3. Aufgabe: Die Wahrscheinlichkeit für eine Rechtsgutverletzung muß hinreichend groß sein, um eine Gefahrenabwehr auszulösen. Durch das Kriterium "hinreichend" geht eine Wertung in die Gefahrenbeurteilung ein, die vom jeweilig Beurteilenden abhängt (subjektive Gefahrenbeurteilung).

2.) Die normativ-subjektive Auffassung Hoffmann-Riems von der polizeirechtlichen Gefahrenbeurteilung im Vergleich zum Ergebnis der triadischen Analyse

Nach dem Ergebnis der triadischen Analyse ist die subjektive Gefahrenbeurteilung eine notwendige Teilaufgabe neben der logischen und der empirischen Beurteilung. Zur Vermeidung einer einseitigen und unsachlichen Bewertung von Tatsachen muß jedoch der subjektive Einfluß auf das unvermeidbar Notwendige beschränkt werden. Dazu wird die Anwendung des hier aufgestellten Adäquanzkriteriums vorgeschlagen. In diese Richtung geht auch das von Hoffmann-Riem als normativ-subjektive Auffassung bezeichnete Verständnis von der zu fordernden Gefahrenbeurteilung im Polizeirecht.²¹⁾ So kommt Hoffmann-Riem in der zitierten Arbeit zum Ergebnis, daß die Subjektivität bei einer Gefahrenbeurteilung durch Einbeziehung wissenschaftlich-objektivierbarer empirischer Erkenntnisse einzuschränken ist.

Ausgehend von der bereits erwähnten Feststellung, wonach "das rechtlich verbindliche Bewiesensein einer Tatsache

21) W. Hoffmann-Riem in: Festschr. f. Wacke, S. 327 ff (Anscheinsgefahr und Anscheinsverursachung im Polizeirecht)

an die Überzeugung der zur Beweiswürdigung kompetenten Person anknüpft", sieht W. Hoffmann-Riem in der Gefahrenbeurteilung vor allem eine subjektive Beachtung von Wahrscheinlichkeiten. Hierin erkennt er aber zugleich auch die Gefahr, daß eine verzerrende Beobachtung und Sanktionierung durch die Entscheidungsträger bei der Gefahrenbeurteilung angewandt wird, und führt hierzu aus:

"Beruft sich die Polizei nur auf Erfahrungen des täglichen Lebens, verwendet sie im wesentlichen 'subjektives Alltagswissen' als Maßstab. Dieses beruht auf vielfältigen formell und informell vermittelten Wertungen sowie einer weitgehend unstrukturiert gewonnenen sogenannten 'Praxiserfahrung'. Dies bewirkt eine verzerrende Beobachtung und Sanktionierung durch die Polizei und widerspricht dem gesetzlichen Auftrag." 22)

Hoffmann-Riem stellt deshalb die Forderung auf, daß der Mechanismus subjektiver Bewertungen rationalisiert und gebändigt werden müsse; unreflektierte "Werterlebnisse" müßten ausgeschaltet werden. Er schlägt deshalb vor, die Gefahrenbeurteilung als einen normativ-subjektiven Vorgang ²³⁾ zu verstehen:

Es komme nicht so sehr auf eine real subjektive, sondern eine normativ-subjektive Wahrscheinlichkeit an. D.h., nicht der "individuelle Erlebnis- und Wertungshorizont des handelnden Polizeibeamten" sei entscheidend, sondern die Ausrichtung an einem "idealtypisch zu messenden Durchschnitt".

Letzteres sei unter dem in der polizeirechtlichen Literatur übereinstimmend geforderten objektiven Maßstab zu verstehen. "Der handelnde Polizeibeamte soll die Rolle als Individuum abstreifen und in eine neue, durch

22)W. Hoffmann-Riem, a.a.O., S. 340

23)W. Hoffmann-Riem, a.a.O., S. 339

die Rechtsnorm konzipierte Rolle schlüpfen." Er soll ein "besonnener und sachkundiger Amtswalter sein, der den Sachverhalt mit dem 'rechten Augenmaß' zu beurteilen und in die gesetzliche Wertordnung einzugliedern vermag." 24)

Hoffmann-Riem kommt schließlich zum Ergebnis, daß sich durch ein wissenschaftlich ermitteltes Erfahrungswissen die wahrscheinlichkeitsorientierte Beurteilung von Gefahren stärker "rationalisieren" lassen würde. Anstelle von subjektivem Alltagswissen sollte deshalb die Polizei mit wissenschaftlich ermitteltem Erfahrungswissen ausgestattet werden; dies wiederum impliziere die Notwendigkeit, prophylaktisch Erfahrungen zu sammeln. Er verweist in diesem Zusammenhang auf die Möglichkeit der Wissenschaft zur verfeinerten empirischen Ermittlung von "Wahrscheinlichkeiten" und die modernen Mittel zur Erfassung, Speicherung und Weitergabe neuer Erfahrungssätze. Ausdrücklich hebt er dabei die modernen Möglichkeiten zu empirischen Erhebungen, zu statistischen Auswertungen und zur Speicherung mittels der Elektronischen Daten-Verarbeitung (EDV) hervor und leitet daraus eine rechtsstaatliche Pflicht ab zur Nutzung all dieser Möglichkeiten und Mittel. 25)

Obwohl also Hoffmann-Riem in der Gefahrenbeurteilung insbesondere eine subjektive Beurteilungsaufgabe (entsprechend

24) W. Hoffmann-Riem, a.a.O., S. 339, unter Berufung auf BGHZ 5, 144, BVerfG DVBl 1960, 728, ProVG 77, 338 und Samper Rn 30 zum Art. 2 BayPAG

25) W. Hoffmann-Riem, a.a.O., S. 342. Das liegt auf einer Linie, die, als ein Beispiel für viele in Literatur und Judikatur, von Kriele (Krit. d. Gerechtigkeit, S. 102) vertreten wird, wonach es für eine gerechte Lösung vor allem auf die optimale Tatsachenaufklärung ankommt.

unserer subjektiven Gefahrenbeurteilung) sieht, fordert er auch ein empirisches Ermittlungsverfahren als wichtige Teilaufgabe (entsprechend unserer empirischen Gefahrenbeurteilung). Er fordert darüber hinaus ein wissenschaftlich-logisches Vorgehen bei der Gefahrenbeurteilung (entsprechend unserer logischen Gefahrenbeurteilung). Die empirisch und logisch begründbare Nachweisführung bewertet er nicht nur als eine die Beurteilung rationalisierende Ergänzung, sondern als ein grundsätzliches rechtsstaatliches Erfordernis, um die in jeder Gefahrenbeurteilung steckenden, subjektiv bestimmten Wertungen auf das Notwendige zu beschränken.

Insoweit deckt sich unser Ergebnis, die triadische Aufgabe der Gefahrenbeurteilung, mit der Auffassung von Hoffmann-Riem. Darüber hinaus macht die triadische Analyse besonders bewußt, daß Gefahr im Rechtssinne durch logische, empirische und subjektive Beurteilungen bestimmt wird. Die drei Grundaufgaben sind bei jeder Gefahrenbeurteilung begrifflich auseinanderzuhalten, nicht zuletzt auch um sicherzustellen, daß jede der drei Aufgaben erfüllt wird, damit ein allgemein einsichtiges Gefahurteil zustande kommt.

D R I T T E R T E I L

FOLGERUNGEN aus der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung

7. K a p i t e lAllgemeine FolgerungenA.) Rückkehr zu als überwunden angesehenen Rechtspositionen

Aus der höchstrichterlichen Rechtsprechung lassen sich Entscheidungen zitieren, ¹⁾ die einen gewissenhaft ermittelten Wahrscheinlichkeitsgrad als Entscheidungsgrundlage anerkennen. So heißt es etwa bereits in der Entscheidung des 1. Strafsenats des Reichsgerichts vom 15.2. 1927: ²⁾

"..... so muß auch der Richter sich mit einem so hohen Grad von Wahrscheinlichkeit begnügen, wie er bei möglichst erschöpfender gewissenhafter Anwendung der vorhandenen Mittel der Erkenntnis entsteht. Ein solcher Grad von Wahrscheinlichkeit gilt als Wahrheit und das Bewußtsein des Erkennenden von dem Vorliegen einer so ermittelten hohen Wahrscheinlichkeit als die Überzeugung der Wahrheit."

Nach Meinung von R. v. Hippel ist diese Auffassung überwunden, ³⁾ da das Problem der Sachverhaltsgewinnung ein normatives sei und nicht mit der Fiktion einer Wahrheitsüberzeugung als fingierte Wahrheit gelöst werden könne. Aufgrund unseres Ergebnisses der triadischen Analyse, muß jedoch dieser Meinung R. v. Hippels entgegengetreten wer-

1) Nachweise bei R. v. Hippel, Gefahrurteile, S. 36 in Fußn. 181

2) RGSt 61, 202 (206)

3) R. v. Hippel, a.a.O., S. 43

den. Nach der triadischen Analyse sind bei einer Gefahrenbeurteilung nur Wahrscheinlichkeiten schlüssig nachweisbar (logische Gefahrenbeurteilung). Dementsprechend muß man sich mit Wahrscheinlichkeitsgraden als Entscheidungsgrundlage begnügen.

Das Erkennen von Wahrheit, insbesondere die Feststellung vom Vorliegen eines bestimmten Tatbestandes, muß sich "mit einem so hohen Grad von Wahrscheinlichkeit begnügen, wie er bei möglichst erschöpfender gewissenhafter Anwendung der vorhandenen Mittel der Erkenntnis entsteht" (empirische Gefahrenbeurteilung). Zu einer möglichst erschöpfenden und gewissenhaften Ermittlung des Wahrscheinlichkeitsgrades gehört aber - wie im zweiten Teil dargelegt - gerade auch die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Danach ist die wirkliche Welt wesentlich auch nach Wahrscheinlichkeitsgesetzen geordnet, und die Wahrscheinlichkeitsrechnung ist das geeignete Instrument, mit dem der Mensch diese Ordnungsform erkennen und erfassen kann.

Neben diesem auf logischen und empirischen Mitteln der Erkenntnis beruhenden Teil der Gefahrenbeurteilung hängt - wie bei der triadischen Analyse erörtert - das Gefahurteil auch von subjektiv bestimmten Auffassungen des Beurteilenden wesentlich ab. Der Beurteilende muß sich davon überzeugen können, daß in Anbetracht der ermittelten Wahrscheinlichkeitsverhältnisse ein Gefahrentatbestand wirklich nicht vorliegt.

Das Reichsgericht legt in der zitierten Entscheidung fest, wann sich das Gericht vom Vorliegen eines Tatbestandes überzeugt geben und als "für wahr erkennen" soll. Danach soll der Wahrscheinlichkeitsgrad für das Vorliegen eines Tatbestandes so hoch sein, wie er bei gewissenhafter Ausschöpfung aller menschlichen Erkenntnis zum jeweiligen Entscheidungszeitpunkt nicht höher sein kann. Entsprechend niedrig ist

dann der Wahrscheinlichkeitsgrad dafür, daß der Tatbestand nicht vorliegt! "Ein solcher Grad von Wahrscheinlichkeit gilt als Wahrheit und das Bewußtsein des Erkennenden von dem Vorliegen einer so ermittelten hohen (bzw. niedrigen!) Wahrscheinlichkeit als die Überzeugung der Wahrheit".

Das Reichsgericht verlangt also, daß die Bildung einer Überzeugung von der Wahrheit (die notwendig von subjektiven Auffassungen des Beurteilenden abhängt), durch Einsatz aller Mittel der Erkenntnis auf logisch und empirisch bestmöglich gesicherter Grundlage zustandekommt.

Dieser Rechtsstandpunkt des Reichsgerichts trifft sich mit dem Ergebnis der triadischen Analyse. Danach geht die Gefahrenbeurteilung aus einer von subjektiven Auffassungen nicht unabhängigen Wertung des logisch widerspruchsfrei und empirisch wirklichkeitsnah zu ermittelnden Sachverhaltes hervor. Durch das im zweiten Teil geforderte logische und empirische Vorgehen und die Anwendung des aufgestellten Adäquanzkriteriums kann insbesondere erreicht werden, daß die Wertung von subjektiven Auffassungen nur in einem unvermeidbaren Ausmaß abhängt. Auf diese Weise wird die Überzeugung vom Bestehen oder Nichtbestehen einer Gefahr auf einer nach dem jeweiligen Erkenntnisstand bestmöglich objektivierten Grundlage gebildet.

Die Entscheidung des Reichsgerichtes wird folglich durch die triadische Analyse bestätigt und kann daher nicht als überwunden angesehen werden.

Diese Art der Überzeugungsbildung von Wahrheit ist dem Recht auch in anderen Bereichen nicht fremd. Im Kindschaftsrecht stützt sich die Vaterschaftsfeststellung bzw. der Vaterschaftsausschluß auf die mit statistisch mathematischen Methoden ermittelte "Vaterschaftswahrscheinlichkeit". Diese Vorgehensweise gilt hier allgemein als geeigneter und zulässiger Weg. Wenn dabei unter Ausnutzung aller Befunde, ins-

besondere einer serostatistischen Auswertung, die Irrtumswahrscheinlichkeit über die Richtigkeit etwa der Annahme für das Bestehen einer Vaterschaft sehr gering ist, darf sie praktisch vernachlässigt und damit der Tatbestand einer Vaterschaft als rechtlich erwiesen angesehen werden. ^{3a)}

B.) Zweckmäßigkeit der Rezeption von Wahrscheinlichkeitsberechnungen in die rechtliche Gefahrenbeurteilung

Die bewußte Anwendung von Statistik, Stochastik und Wahrscheinlichkeitsrechnung wirkt sich zunächst dahingehend aus, daß die empirische Aussage über das Bestehen einer Gefahr "materiell verfeinert" wird. ⁴⁾ Da außerdem die Erfahrungssätze und Fakten präziser und umfassender eingehen, wird die Unbestimmtheit in der Gefahrenbeurteilung geringer. Die Gefahr ist besser einschätzbar.

Da das Gefahurteil auch von der Erfahrung her determiniert wird, ⁵⁾ werden probabilistische Analysen und deren Ergebnisse in dem Maße, wie das Tatsachenwissen das rechtliche Gefahrenurteil bestimmt, rechtlich relevant. ⁶⁾ In Analogie zu der Auffassung, die insbesondere von Kriele ⁷⁾ vertreten wird, gilt für die rechtliche Beurteilung allgemein und hier

3a) Vgl. etwa K. Hummel in NJW 1978, S. 576 oder O. Teplitzky, NJW 1963, S. 382, D. Wichmann, NJW 1963, S. 383 und insbesondere auch H. Weitnauer, VersR 1968, Beiheft, S. 19 ff.

4) R. Lukes sieht vor allem darin die Bedeutung von Risikoanalysen für die Gefahrenbeurteilung (Lukes in GRS-10-Bericht, 1. GRS-Fachgespräch, München 1977, S. 99, 107 = BB 1978, 317 ff).

5) In dieser Weise formuliert auch R. v. Hippel (Gefahurteile, S. 108) für den Bereich des Strafrechts. Er spricht in diesem Zusammenhang von der "normativ-empirischen Ambivalenz des Gefahrenbegriffes".

6) Vergleiche H.H. von Arnim, Volkswirtschaftspolitik (1976), S. 52, der in diesem Sinne die empirischen Methoden in der Volkswirtschaftswissenschaft für die Jurisprudenz würdigt: "Was im (wirtschaftspolitischen) Gemeinwohl liegt, ist häufiger dem fehlenden Tatsachenwissen als unterschiedlichen Wertungen zuzuschreiben"

7) Kriele, Krit. d. Gerechtigkeit (1963), S. 102

bezogen auf die Gefahrenbeurteilung, daß das Gefahurteil oft nicht so sehr von der Beantwortung einer subjektiv geprägten Wertungsfrage abhängt als vielmehr davon, daß die Tatsachen, auf die es ankommt, möglichst vollständig und nachweisbar richtig erfaßt werden.

In der optimalen Erfassung der Sachverhalte und Zusammenhänge und einer darauf aufgebauten, logisch begründeten Prognose hinsichtlich des Eintritts bzw. Nicht-Eintritts von Schäden liegt ein entscheidender Vorteil der Anwendung von Wahrscheinlichkeitsrechnungen und deren Ergebnisse für die Gefahrenbeurteilung. Mit diesem Mittel vermag man zwar nicht normative Maßstäbe zu setzen, man kann aber verhindern, daß die Bestimmung einer Gefahr wegen ungenügenden Tatsachenswissens unterschiedlichen subjektiven Wertungen überlassen wird, die eine befriedigende Lösung nicht liefern können, weil im Grunde nur die Klärung des Tatbestandes eine allgemein anerkannte Entscheidung erbringen kann.

Die Einbeziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in die rechtliche Gefahrenbeurteilung ist folglich nicht nur zur Rechtfertigung bloßer Plausibilität von Globalhypothesen nützlich.⁸⁾ Wahrscheinlichkeitsberechnungen sind für die Gefahrenbeurteilung eine Diagnose- bzw. Prognosetechnik,

8) R. v. Hippel billigt der Wahrscheinlichkeitsrechnung für rechtliche Bewertungen nur diesen globalen Plausibilitätsnachweis zu. Er meint, daß es im wesentlichen auf subjektive Wahrscheinlichkeitsaussagen ankommt. Doch kommen ihm an anderer Stelle Zweifel an dieser Anschauung. Er fragt zum Beispiel: "Reicht Wahrscheinlichkeit im Sinne bloßer Plausibilität aus?" (R. v. Hippel, a.a.O., S. 43). So hat auch er Bedenken, ob das Abstellen auf das Subjektive bei rechtlichen Bewertungen ausreicht. Insofern steht v. Hippel nicht unüberbrückbar weit entfernt von den Stimmen, welche die Einbeziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für rechtliche Bewertungen befürworten. Weil es aber seiner Meinung nach bei rechtlichen Bewertungen auf subjektive und nicht auf objektive Wahrscheinlichkeit ankommt, sieht er keinen Gewinn in der Anwendung der objektiven Wahrscheinlichkeitsrechnung (vgl. R. v. Hippel, a.a.O., S. 60).

die in besonderem Maße logisch schlüssige und empirisch begründete hypothetische Momente einschließt. Mit diesen Techniken ist eine Reduktion von Komplexität möglich; denn durch die Berechnung von Wahrscheinlichkeitswerten kann alles über sicherheitsrelevante Eigenschaften eines komplexen Systems Wesentliche in wenigen Zahlen zusammenfassend angegeben werden.

Die Rezeption von Wahrscheinlichkeitsberechnungen in die rechtliche Gefahrenbeurteilung ist demnach zweckmäßig.

C.) Erforderlichkeit von Wahrscheinlichkeitsberechnungen
für eine optimale Objektivierung der rechtlichen Gefah-
renbeurteilung

Wie bereits in einem anderen Zusammenhang angemerkt wurde, ergibt sich aus der triadischen Analyse, daß die Anwendung bloßer Lebenserfahrung bei der Gefahrenbeurteilung ungenügend ist.

Nach der triadischen Analyse ist es nämlich erforderlich, die subjektiv geprägte Wertungsaufgabe bei der rechtlichen Gefahrenbeurteilung durch empirisch nachprüfbare Kenntnisse und logisch schlüssiges Vorgehen einzugrenzen. Diesem Erfordernis wird elementare Bedeutung für die rechtliche Gefahrenbeurteilung zuerkannt. (Aufgaben der empirischen und logischen Gefahrenbeurteilung!) Dadurch wird zwar die Gefahrenbeurteilung nicht einfacher, kann aber den Anspruch grösserer Allgemeingültigkeit erheben.

Die in der Rechtswissenschaft vorherrschend vertretene Ablehnung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die rechtliche Gefahrenbeurteilung auch technischer Gefahrenquellen beruht auf einer Überbewertung des subjektiven Elementes in der Gefahrenbeurteilung.⁹⁾ Das empirische Element kommt dabei zwar in der Regel durch Beachtung allgemeiner Erfahrungssätze zur Geltung. Auch zahlenmäßig ermittelte Wahrscheinlichkeitswerte werden teilweise zur Rechtfertigung für den "plausiblen" Ausschluß einer Gefahr herangezogen.¹⁰⁾ Diese Zahlenwerte und deren Ermittlung werden

9) Vergleiche 2. Kapitel Abschnitt B I.) zum Grundsatzstreit über die Rezeption von Wahrscheinlichkeitsberechnungen in rechtliche Bewertungen.

10) In diesem Sinne etwa R. v. Hippel, a.a.O., S. 41/42, vgl. Fußn. 8

jedoch nicht als notwendige Methode zur Aufklärung des Gefahrentatbestandes anerkannt.

Vertritt man die Auffassung, daß es bei der rechtlichen Gefahrenbeurteilung vor allem auf subjektive Bewertungen des Beurteilenden ankommt, ist freilich eine Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die rechtliche Beurteilung auch technischer Gefahrenquellen inadäquat und unverbindlich. Man sollte sich bei dieser Auffassung aber bewußt sein, daß hierbei der subjektive Einfluß, der bei Bezug auf die allgemeine Lebenserfahrung ¹¹⁾ eingeht, das Gefahurteil einseitig bestimmen kann. Das liegt vor allem daran, daß in diesem Fall eine logisch nicht näher begründete Glaubenswahrscheinlichkeit, die aus dem

11) Das Wahrscheinlichkeitsurteil ist im Polizeirecht nach h.M. anhand der "Erfahrungen des praktischen Lebens" zu fällen (so Drews/Wacke, Allgem. Polizeirecht, 7. Aufl. 1961, S. 56; ähnlich V. Götz, Allgem. Polizei- und Ordnungsrecht 1970, S. 52; Samper, BayPAG, 2. Aufl., 1969, Rn 29 zu Art. 2). Auch nach PrOVG RVBl 1931, 330 genügt eine "... nach der Lebenserfahrung begründete Befürchtung der Gefahrenverwirklichung"; ebenso nach BGHSt 18, 271 (272): Es genügt eine Beurteilung nach der allgemeinen Lebenserfahrung. Die (hinreichende) Wahrscheinlichkeit eines Schadens soll danach synonym für "die nach der allgemeinen Lebenserfahrung im Einzelfall zu beurteilende naheliegende Gefahr sein." R. v. Hippel, Gefahurteile, S. 106, meint deshalb (im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit), daß eine statistische Objektivierung der Gefahurteile schlechthin ausgeschlossen ist und führt dazu auch L. Lackner (Gefährdungsdelikt, S. 20) an. - Es ist zwar zugegeben, daß man anhand der mathematischen Wahrscheinlichkeit nicht einfach entscheiden kann, welche Wahrscheinlichkeit unbeachtlich ist, diese Entscheidung wird jedoch auf der Grundlage von mathematischen Abschätzungen rationaler (In diesem Sinne - wie ausgeführt - H. Weitnauer, Wahrscheinlichkeit, VersR, Beilage 1968; und W. Hoffmann-Riem in: Festschr. f. Wacke 1972, S. 327 (332)). Zum Maßstab "Erfahrungen des täglichen Lebens" in einer hochtechnischen Welt, auch H.-U. Erichsen in VVDStRL 35, 172 (186).

praktischen Leben erwächst, die Beurteilung des Eintritts von Schäden entscheidet. Es wird mit der subjektiven Anschauung argumentiert, daß nach dem bisherigen allgemeinen und persönlichen Erleben unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen aus einem Zustand A immer der Zustand B folgte. Diese Schlußweise hängt stark vom individuellen Betrachter ab und kann folglich keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben. Vielmehr wären logisch schlüssige Beweisführungen auf der Basis empirisch objektivierbarer Nachweise erforderlich.

Die Abstützung auf die Lebenserfahrung ist zwar das einfachste Verfahren zur Beurteilung eines Gefahrentatbestandes; der persönliche Glaube ist dabei aber der mehr oder weniger entscheidende Gesichtspunkt.¹²⁾ Aus der triadischen Analyse ergibt sich hierzu, daß diese Art der Beurteilung zwei notwendige Teilaufgaben, nämlich die empirische und die logische Aufgabe bei der Gefahrenbeurteilung vernachlässigt. Die Realisierung der logischen wie der empirischen Gefahrenbeurteilung durch mathematische Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung ist erforderlich, um das Gefahrentat auf einen meßbaren Grad von Gewißheit zu stellen, damit es objektiven Nachprüfungen von Tatsachen und Zusammenhängen standhält.

12) W. Hoffmann-Riem in Festschr. f. Wacke, S. 341, hält - wie bereits ausgeführt - diese Beurteilungsart für unzureichend. Um Abhilfe von einer verzerrend wirkenden Orientierung der Polizei an den unstrukturiert gewonnenen Erfahrungen des täglichen Lebens zu schaffen, verlangt W. Hoffmann-Riem, daß die wahrscheinlichkeitsorientierte Beurteilung der "Gefahr ... stärker rationalisiert wird." Er läßt jedoch offen, ob und inwieweit die herkömmlichen richterlichen Rechtsanwendungsmethoden Rationalität verbürgen.

Da aber mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung nur zwei der drei notwendigen Teilaufgaben erfüllt werden können, sei hier vollständigshalber angemerkt, daß deshalb Risikoanalysen oder probabilistische Zuverlässigkeitsanalysen auch nur ein Teil der Gefahrenbeurteilung sein können. Die von subjektiven Auffassungen nicht freie Wertungsaufgabe bei einer rechtlichen Gefahrenbeurteilung wird dadurch nicht überflüssig. Außerdem müssen als Voraussetzung für die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung bei dem empirischen Teil der Gefahrenbeurteilung deterministisch vorbestimmte Schadensabläufe ausgeschlossen sein (siehe die aufgestellten Verfahrensgrundsätze).

8. K a p i t e l

Folgerungen hinsichtlich der Anwendung probabilistischer Analysen

A.) Probabilistische Analysen für die logisch schlüssige und empirisch nachprüfbare Begründetheit der Gefahrenbeurteilung im Technischen Sicherheitsrecht

I.) Logische Schlüssigkeit durch Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung

Aus der triadischen Analyse folgt die elementare Bedeutung der Wahrscheinlichkeitsrechnung für den logisch und empirisch bestimmten Teil einer Gefahrenbeurteilung. Da die probabilistischen Analysen eine Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung darstellen, besitzen sie entsprechende Bedeutung für die rechtliche Gefahrenbeurteilung.

Probabilistische Analysen versetzen uns insbesondere in die Lage, ein Spektrum für zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten des technischen Zustandes logisch widerspruchsfrei anzugeben. Mögliche Schadensentwicklungen erscheinen in Relation zu den übrigen möglichen Entwicklungen des vorgegebenen Zustandes. Diese über deterministische Angaben hinausgehende Voraussage besteht in der Angabe eines Wahrscheinlichkeitsgrades, der besagt, wie häufig mit Schadensereignissen in einem bestimmten Zeitraum zu rechnen ist. Diese Voraussage wird "durch Abstraktion aus wahrscheinlichkeitmetrischen Beziehungen zwischen möglichen und tatsächlich eintretenden Phänomenen gewonnen" ¹⁾. Dabei wird ein Zustand zu "möglichen", mithin vielfach nur fiktiven Phänomenen in

1) Im einzelnen hierzu B. Juhos und W. Katzenberger, Wahrscheinlichkeit als Erkenntnisform (1970), S. 62 ff (64)

Beziehung gesetzt.

Probabilistische Analysen sind eine logisch formalisierte Entscheidungstechnik, die auf einzelnen Problemfeldern Vorentscheidungen liefert. Diese wiederum stellen selbst wertvolle Informationen für den weiteren Entscheidungsprozeß dar. Dadurch wird in der Zielphase dieses Prozesses die Zielsuche vereinfacht.

So liefern probabilistische Analysen vor allem die Vorentscheidung darüber, welches Sicherheitssystem besonders zuverlässig ist. Dabei wird die Problemfrage, ob eine gefährliche Entwicklung in der Zukunft eintreten wird, nicht einfach mit JA oder NEIN beantwortet. Es wird differenzierend quantifiziert, wie sicher mit NEIN geantwortet werden kann, und zugleich der Wahrscheinlichkeitsgrad angegeben, mit dem ein JA auf die Problemfrage eingeräumt werden muß. Durch diese Information wird deutlich, was als Optimum der Entscheidung erreichbar ist, zum Beispiel welche Mindestwahrscheinlichkeitsgrade hinsichtlich von Teilsystemausfällen als Mindest-Zielvorgabe aufgestellt werden können und müssen.

In der Maßnahmephase des Entscheidungsprozesses, das heißt bei der Gefahrenabwehr, kann durch Zahlenvergleiche leichter unter alternativen Maßnahmen ausgewählt werden.

Somit sind Risikoanalysen nicht nur eine bloße Sammlung und Darstellung des Tatsachenverhaltes und insofern nicht nur ein Mittel zur Informationsgewinnung, sondern sie stellen selbst eine Art von Informationsverarbeitung dar.²⁾ Sie verarbeiten alle verfügbaren statistischen Daten über

2) Zur Informationsgewinnung und -verarbeitung als Teil des Entscheidungsprozesses in der Verwaltung vergleiche unter anderem auch W. Thieme, Verw.L., S. 68 und S. 339.

Versagen und Ausfälle von Komponenten und Teilsystemen einer Anlage unter Berücksichtigung typischer Systemabläufe beziehungsweise Gegebenheiten zu quantifizierten Aussagen über die Möglichkeit von Schäden.

Dadurch wird der Entscheidungsprozeß für ein Gefahurteil klarer und rationaler als zuvor erfaßt, und Problemfragen können quantifiziert und damit objektiver formuliert werden. Insbesondere wird durch die Angabe über die Häufigkeit (besser: Seltenheit) und Höhe des Schadens das Wesentliche über die Zuverlässigkeit und Beherrschbarkeit technischer Anlagen dargelegt. Da diese Darstellung auf Risikoanalysen beruht, also auf einem mathematisierten Verfahren der Informationsverarbeitung, ist der Entscheidungsprozeß über den technischen Sachverhalt logisch schlüssig. Damit ist auch die grundsätzliche Forderung der triadischen Theorie, die Gefahrenbeurteilung logisch aufzubauen (also die logische Aufgabe bei der Gefahrenbeurteilung), gewährleistet.

II.) Optimale Auswertung der empirischen Erkenntnisse durch objektiv nachvollziehbare probabilistische Analysen

Die triadische Analyse mißt der sorgfältigen Ermittlung der Ausgangsinformationen sowie der optimalen Erfassung und Verarbeitung der Tatsachen und Zusammenhänge elementare Bedeutung für die Bildung eines sachgerechten Gefahurteils bei. Die probabilistischen Methoden der Risikoanalyse und der Systemzuverlässigkeitsanalyse werden diesem Anspruch gerecht. Sie motivieren uns zur Einrichtung tragfähiger Datenbanken und insofern zu größeren Anstrengungen bei der Sammlung von Ausgangsinformationen für die anstehenden Entscheidungen; denn eine probabilistische Analyse ist umso hilfreicher, je genauer und breiter die Datenbasis ist.

Außerdem ermöglicht die wahrscheinlichkeitsorientierte Entscheidungstechnik in Form von rechnerunterstützten, probabilistischen Analysen die Verarbeitung einer großen Menge von Informationen. Infolge des Einsatzes elektronischer Rechenverfahren ist es außerdem relativ einfach, die Ergebnisse aufgrund neuerer Informationen zu korrigieren.

Des weiteren kann (mittels des Einsatzes elektronischer Datenverarbeitung bei probabilistischen Analysen zur Sammlung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen) die zukünftige Entwicklung eines technischen Zustandes durch Simulationsverfahren vorweg in verschiedenen Alternativen durchgespielt werden.³⁾ Die möglichen Schritte der zukünftigen Entwicklung werden dabei durch eine eingehende Systemanalyse logisch formuliert, so daß das Problemfeld zielorientiert eingegrenzt und (eventuell mit Hilfe von Modellvorstellungen) die vorhandenen Informationen zu typischen Aussagen für die zukünftige Entwicklung verarbeitet werden. Bei solchen Simulationsverfahren zur Durchführung probabilistischer Analysen können nicht nur die Beziehungen, Bedingungen und Gegebenheiten innerhalb des Systems sondern auch diejenigen der Umwelt integral eingebracht werden.

Trotz aller Anstrengungen, ein möglichst vollständiges Informationsmaterial zu gewinnen, treten stets empfindliche Lücken auf. Bei probabilistischen, rechnergestützten Analysen können jedoch diese Informationsdefizite und datenbedingten Unsicherheiten auf der Grundlage konservativer

3) Hierhin gehören zum Beispiel auch die sogenannten Sensitivitätsanalysen. Dabei wird durch Eingabe verschiedener Ausgangsdaten der Einfluß alternativer Ausgangsbedingungen auf die Wahrscheinlichkeit und Höhe eines möglichen Schadens untersucht.

Modelle ⁴⁾ in sogenannte Fehlergrenzen eingefangen bzw. ausgeglichen werden.

III.) Zusammenfassende Bewertung

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß probabilistische Analysen durch ihren streng logischen und systematischen Aufbau und die enge Anknüpfung an empirisches, statistisches Datenmaterial eine deutliche Verbesserung des Beurteilungsprozesses hinsichtlich der Prognose über die zukünftige Entwicklung eines gegebenen technischen Zustandes ⁵⁾ erbringen. Probabilistische Analysen sind insbesondere für die logisch schlüssige und empirisch nachprüfbare Begründetheit der Gefahrenbeurteilung im Technischen Sicherheitsrecht von wesentlicher Bedeutung.

Mit probabilistischen Analysen wird die Auffassung der Experten über das, was sicher genug sei, in Zahlen gefaßt und stellt sich in den Einzelheiten wie im Ganzen der quantitativen Überprüfung und Kritik. Die von der Rechtsordnung berufenen Entscheidungsträger haben dadurch genaue Anhaltspunkte zu der Frage, ob ihnen der von Experten empfohlene Sicherheitsstandard als zu optimistisch erscheint.

4) Als konservative Modelle werden Annahmen bezeichnet, welche die ungünstigsten Umstände für die untersuchten Geschehensabläufe zugrundelegen

5) Vergleiche hierzu auch R. Lukes, BB 1978, 317: "... Risikobeurteilungen haben Bedeutung für die vorzunehmende Gesamtbewertung und auch für Detailwertungen Risikobeurteilung können dabei nach dem jeweiligen Erkenntnisstand als ein Faktor bei der erforderlichen Beurteilung aller Gesamtumstände durch die Behörde im Rahmen der Entscheidungen über die Eintrittswahrscheinlichkeit herangezogen werden ... (durch Risikoanalysen erfolgt) eine Konkretisierung der Eintrittswahrscheinlichkeit und damit eine Verbesserung der Prognoseentscheidung."

Die Entscheidungsträger können mit Hilfe der Vorgabe von Zahlenwerten an diesem Sicherheitsstandard nach Maßgabe juristischer und allgemeiner Gesichtspunkte effektiv mitwirken und steuernd eingreifen.⁶⁾ Insofern ermöglichen probabilistische Analysen eine effektivere Kontrolle des von den Fachleuten entwickelten Sicherheitskonzeptes durch die Entscheidungsträger. Es könnte dadurch ein Sicherheitsstandard entwickelt werden, der ein mit praktischer Vernunft gefundenes Übereinkommen von führenden Fachleuten und den berufenen Entscheidungsträgern unter Mitwirkung der Fachöffentlichkeit darstellt. Dabei bilden die Risikowerte gleichsam eine gemeinsame Diskussionsbasis für Juristen, Naturwissenschaftler und Techniker.

6) Da das Luftfahrt-Bundesamt, Braunschweig, auf der Basis der amerikanischen Lufttüchtigkeitsvorschriften (FAR: "Federal Aviation Regulations") die Erfüllung von quantifizierten Zuverlässigkeitsanforderungen verlangt, wird in der Luftfahrt die Kontrolle der Sicherheit von Flugzeugen auf der Basis auch von numerischen Zuverlässigkeitsdaten bereits tagtäglich praktiziert.

B) Probabilistische Analysen für die Gefahrenbeurteilung bei der Genehmigung kerntechnischer Anlagen nach § 7 AtG

I.) Anwendungsbereich probabilistischer Analysen bei der Gefahrenbeurteilung gemäß § 7 AtG

Nach der Zweckbestimmung in § 1 Nr. 2 des Atomgesetzes sind Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen. Das erfordert eine Gefahrenbeurteilung bei Errichtung und Betrieb kerntechnischer Einrichtung. Allgemeine Kriterien für diese Gefahrenbeurteilung werden in § 7 AtG genannt. Sind diese erfüllt, darf die Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb der Einrichtung erteilt werden. Unter der Voraussetzung, daß die Zuverlässigkeit und Fachkunde des Genehmigungsempfängers gegeben und die Deckungsvorsorge für zu haftende Schäden getroffen ist, ist bei dieser Gefahrenbeurteilung die technische Beherrschbarkeit der Anlage im Sinne von § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG unter Einbeziehung der äußeren Einwirkungen gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 5 AtG sowie die Berücksichtigung sonstiger Wechselwirkungen der Einrichtung mit der Umwelt entsprechend § 7 Abs. 2 Nr. 6 AtG zu prüfen.

Die Gefahrenbeurteilung bei der atomrechtlichen Genehmigung nach § 7 AtG erfordert demnach, die technische Zuverlässigkeit der Anlage, den Einfluß naturgegebener und zivilisatorischer Ereignisse auf diese Zuverlässigkeit (etwa durch Erdbeben oder Flugzeugabsturz) und die bei der gegebenen technischen Zuverlässigkeit denkbaren Auswirkungen abzuschätzen. Dabei spielt die Wechselwirkung der Anlage mit der Umwelt am vorgegebenen Standort eine wesentliche Rolle. Hierfür kann man sich - außer auf deterministischen Untersuchungen - auch auf probabilistische Analysen, sogenannte Risikoanalysen, stützen.

Im einzelnen sei dazu auf die Darstellung und Bewertung der probabilistischen Analysemethoden im 1. Kapitel verwiesen. Wie dort ausgeführt, kann mit probabilistischen Analysen die Zuverlässigkeit abgeschätzt werden, die durch die Vorgänge und Abläufe im technischen System bedingt ist. Dabei kann auch - sofern hierfür statistisch ausreichende Beobachtungen vorliegen - die Einwirkung naturgegebener und zivilisatorisch bedingter Ereignisse auf den Anlagenzustand einbezogen werden.

Auch das menschliche Verhalten im Umgang mit der jeweiligen technischen Einrichtung kann berücksichtigt werden ⁷⁾. Insbesondere kann der Einfluß des menschlichen Verhaltens, das eng mit der technischen Beherrschbarkeit verbunden ist, einbezogen werden, das heißt planmäßige Operatortätigkeiten (also genau definierte Bedienungshandlungen des Personals bei der Überwachung und Steuerung der kerntechnischen Anlage), vorgegebene Kontrollzeitpunkte, Zeiträume für zu erwartende Reparaturen und sonstige planmäßige Überwachungsmaßnahmen.

Mit sogenannten Unfallfolgemodellen, wie sie insbesondere bei der Rasmussenstudie und der Deutschen Risikostudie angewandt werden ⁸⁾, können die Wechselwirkungen der Anlagen mit der Umwelt in eine probabilistische Analyse der Auswirkungen der Anlage auf die Umgebung eingebracht werden,

7) Vergleiche Seite 24 (unten) und 25 (oben) der vorliegenden Arbeit (1. Kapitel, Abschnitt B.I.).

8) Hinzuzuweisen ist hier insbesondere auf den Computercode UFOMOD. Mit diesem Rechenprogramm werden die Ausbreitung/Ablagerung von freigesetzter Radioaktivität und deren Folgen berechnet. Das Programm UFOMOD wurde von dem Kernforschungszentrum Karlsruhe entwickelt (vgl. J. Ehrhardt, S. Vogt, Unfallfolgenrechnung und Risikoabschätzungen für Druckwasserreaktoren mit dem Rechenprogramm UFOMOD/BI, Forschungsbericht KfK 3373, Mai 1983).

und zwar in Abhängigkeit von den unterschiedlich wahrscheinlichen Anlagenzuständen.

Somit läßt sich für den Anwendungsbereich probabilistischer Analysen festhalten, daß sie in Form sogenannter Risikostudien ein geeignetes Instrument für die Gefahrenbeurteilung kerntechnischer Einrichtungen im Rahmen von § 7 Abs. 2 Nr. 3, 5 und 6 AtG sind.

II.) Vergleich der gegenwärtig unter § 7 AtG praktizierten Rezeption probabilistischer Analysen mit dem Ergebnis aus der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt (B.I) der mögliche Anwendungsbereich von probabilistischen Analysen bei der Beurteilung nach § 7 AtG näher bestimmt worden ist, soll in diesem Abschnitt insbesondere geprüft werden, ob die gegenwärtig praktizierte rechtliche Gefahrenbeurteilung kerntechnischer Anlagen dem aus der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung gewonnenem Ergebnis entspricht.

Wie im 7. Kapitel ausgeführt, ist die Rezeption von Wahrscheinlichkeitsberechnungen in die rechtliche Gefahrenbeurteilung zweckmäßig und für eine optimale Objektivierung der Beurteilung auch erforderlich. Die nachfolgende Prüfung der gegenwärtigen Praxis der atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung wird diesbezügliche Defizite aufdecken, so daß sich Folgerungen für eine Verbesserung der atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung ergeben.

Im 3. und 4. Kapitel wurde die allgemeine Frage beantwortet, inwieweit probabilistische Analysen bei der gegenwärtigen rechtlichen Gefahrenbeurteilung im Rahmen von § 7 AtG eine Rolle spielen. Darin wurde dargelegt, daß die Grundidee

der rechtlichen Beurteilung der Sicherheit kerntechnischer Anlagen den gesetzlichen Vorgaben entsprechend deterministisch ist. Über den Begriff der Zuverlässigkeit, des Strahlenschutzgrundsatzes "so gering wie möglich" und durch die Betonung des Vorsorgegrundsatzes finden jedoch probabilistische Analysen und deren Logik als ergänzende Betrachtungsweisen Eingang in die atomrechtliche Gefahrenbeurteilung. Dementsprechend wird auf judikativer Ebene das Ergebnis probabilistischer Analysen von Fall zu Fall als wichtiges ergänzendes Tatbestandsmerkmal in die Entscheidung einbezogen.

1.) Defizit in der gegenwärtigen Beurteilungspraxis hinsichtlich des logischen Elementes

Die triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung hat ergeben, daß die Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für zukünftige Ereignisse mit logisch überzeugenden Methoden erfolgen muß (als erste Teilaufgabe: logische Gefahrenbeurteilung). Insbesondere ist hierbei die relative Wahrheit einzelner Hypothesen über zukünftige Ereignisse graduell zu bestimmen.

a) Gegenwärtige Beurteilungspraxis bei der Anwendung des § 7 AtG

In der gegenwärtigen Praxis atomrechtlicher Gefahrenbeurteilungen von kerntechnischen Anlagen sind fundierte, mathematische Nachweise dafür zu erbringen, daß im normalen Betriebszustand und bei sogenannten Auslegungsfällen ⁹⁾

⁹⁾Auslegungsfälle sind Störfälle, die der Planung z.B. eines Kernkraftwerkes zugrunde gelegt werden und gegen die im Sinne von § 28 Abs. 3 StrlSchV Vorsorge getroffen werden muß. Vgl. auch FN 5 zum 1. Kapitel.

bestimmte Dosisgrenzwerte eingehalten werden. Vorausgesetzt wird dabei, daß alle Sicherungsmaßnahmen getroffen sind, die im Sinne von § 7 Abs. 2 Nr. 5 AtG erforderlich sind, um eine Einwirkung Dritter auf das technische Sicherheitssystem zu verhindern. Andernfalls wären alle Nachweise, daß die Dosisgrenzwerte durch die sicherheitstechnische Vorsorge eingehalten werden, in Frage gestellt. Abgesehen von dieser Sicherungsfrage besteht somit die gegenwärtige atomrechtliche Gefahrenbeurteilung kerntechnischer Anlagen in einem mathematisch fundierten Nachweis darüber, daß durch die vorhandenen sicherheitstechnischen Vorkehrungen

- im Normalbetrieb der Dosisgrenzwert von 30 mrem/a gemäß § 45 StrlSchV nicht überschritten wird und
- bei sogenannten Auslegungsstörfällen die Radioaktivitätsfreisetzungen gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV zu einer Strahlenbelastung von höchstens 5000 mrem/a Ganzkörperdosis führt ¹⁰⁾.

Ist dieser Nachweis erbracht, so folgt, daß eine Gefahr durch Errichtung und Betrieb der Anlage nicht besteht.

Aus der Tatsache also, daß im Fall des Normalbetriebszustandes und bei den einzelnen Auslegungsstörfällen keine Gefahr besteht, weil die Grenzwerte eingehalten werden, wird auf die allgemeine Aussage geschlossen, daß bei Errichtung und Betrieb der Anlage keine Gefahr besteht. Aus einer Anzahl von Einzelfällen (Prämissen) wird somit

10) Für Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren hat der Bundesminister des Innern Störfall-Leitlinien im Jahre 1983 fertiggestellt. Sie legen nach praktischer ingenieurmäßiger Vernunft fest, gegen welche Störfälle Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren ausgelegt werden müssen und welche rechnerischen Nachweise für die Einhaltung der Störfallplanungswerte der StrlSchV zu erbringen sind (Siehe auch Notiz in ET 1983, S. 521 und Bundesanzeiger Nr. 245a vom 31. Dez. 1983).

induktiv auf eine allgemeine Regel (als Konklusion) geschlossen. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Einzelfälle repräsentativ für alle möglichen radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage stehen, weil sie aufgrund aller bisherigen Erfahrung und menschlicher Erkenntnis (also des Standes von Wissenschaft und Technik) eindeutig schadensbestimmend sind. Im Grunde führt diese von Einzelprämissen ausgehende induktive Schlußweise auf die allgemeine Aussage zur Frage, welche der beiden sich gegenseitig ausschließenden Globalhypothesen

- der Schutz gegen Schäden ist im Sinne von § 7 Abs. 2 AtG gegeben (also keine Gefahr)
- der Schutz gegen Schäden ist im Sinne von § 7 Abs. 2 AtG nicht gegeben (also Gefahr)

wahrer ist (oder anders ausgedrückt: der Wahrheit näher kommt).

Insoweit ist die aus der triadischen Analyse folgende erste Teilaufgabe im Grundsatz erfüllt. Danach muß bei einer Gefahrenbeurteilung die relative Wahrheit (=Wahrnähe) einzelner Hypothesen über zukünftige Ereignisse mit logisch überzeugenden Methoden bestimmt werden. Die gegenwärtige Praxis der Gefahrenbeurteilung bedient sich dabei der induktiven Methode logischen Argumentierens zur Bestätigung (oder Nichtbestätigung) globaler Hypothesen aufgrund einzelner Prämissen. Die Berufung auf die bisherige Erfahrung und menschliche Erkenntnis ist dabei die Grundlage für die Richtigkeit des induktiven Schließens. Diese Grundlage, welche die Grundvoraussetzung für die Anwendung der induktiven Methode überhaupt darstellt, ist vom Gesetzgeber durch seinen Bezug auf den Stand von Wissenschaft und Technik in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG ausdrücklich akzeptiert worden.

b) Vergleich mit dem triadischen Analyseergebnis

Der Stand von Wissenschaft und Technik ist immer nur Annäherungswissen, das - mit den Worten des BVerfG¹¹⁾ - "nicht volle Gewißheit vermittelt, sondern durch jede neue Erfahrung korrigierbar ist und insofern sich immer nur auf dem neuesten Stand unwiderlegten möglichen Irrtums befindet." Entsprechend kann der Induktionsschluß, demzufolge im Normalbetrieb und bei Auslegungsstörfällen die Grenzwerte eingehalten werden und deshalb insgesamt keine Gefahr besteht, nicht absolut gesichert sein, sondern nur mit einem Grad von Wahrscheinlichkeit zutreffen.

Eben diese Bewertung könnte durch probabilistische Risikoanalysen ermöglicht werden. Mit derartigen Analysen kann nämlich insbesondere geprüft werden, ob sich die auf dem Stand von Wissenschaft und Technik beruhenden Voraussagen über einzelne Abläufe in und um kerntechnische Anlagen anhand einer überwältigenden Anzahl von einschlägigen Einzelbeobachtungen bestätigen lassen. Da - wie oben festgestellt - die Richtigkeit des Induktionsschlusses bei einer atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung von der Gesicherheit des Standes von Wissenschaft und Technik abhängt, könnte sie mit probabilistischen Analysen graduell bewertet werden.

Da die friedliche Nutzung der Kernenergie jedoch eine junge Technologie ist, kann ein einfacher Maßstab (oder anders ausgedrückt: eine einfache Wahrscheinlichkeitsmetrik) zur Bewertung der Richtigkeit des Induktionsschlusses heute noch nicht aufgestellt werden. Im folgenden wird

11) Im "Kalkar-Beschluß" von 1978 (BVerfGE 49, 89 (1979))

aber dargelegt, daß dennoch eine geeignete Wahrscheinlichkeitsmetrik aufgebaut werden kann.

Für den Aufbau einer angemessenen Wahrscheinlichkeitsmetrik kann man sich nämlich die Tatsache zunutze machen, daß die nukleare Technologie das neue Prinzip weitgehend mit technischen Komponenten und Teilsystemen verwirklicht, die lang bewährte Technik sind oder für die besonderen Zwecke lediglich modifiziert und vervollkommen wurden ¹²⁾. Auch für die chemische und physikalische Beschreibung der phänomenologischen Abläufe bei kerntechnischen Anlagen benötigt man nur für die speziell nuklearen Vorgänge kernphysikalische beziehungsweise kernchemische Erkenntnisse. Der große übrige Teil der Vorgänge kann mit Hilfe von seit langem tief durchdrungen technologischen Disziplinen beschrieben werden ¹³⁾. Zudem sind Kernphysik und Kernchemie mittlerweile im Einzelnen sehr genau geworden.

Man kann also bei der neuen Kerntechnik auf eine Vielzahl bekannter statistischer bzw. phänomenologischer Einzelbeobachtungen zurückgreifen. Diese Einzelbeobachtungen betreffen zwar nicht das System im Ganzen, sondern nur Teilsysteme und Komponenten. Verknüpft man aber diese Einzelbeobachtungen in logischen Ablaufdiagrammen, wie etwa in Fehler- oder Ereignisbäumen, so kann man eine wahrscheinlichkeitsmäßige Analysemethodik (eine Wahrscheinlichkeitsmetrik) aufbauen, mit der auf der Grundlage vieler empirischer Einzelbeobachtungen die Richtigkeit des Induktions-

12) So ist zum Beispiel der Reaktordruckbehälter im Prinzip ein Dampfkessel, wie er bereits bei der allbekannten Dampfmaschine eingesetzt wurde.

13) Zum Beispiel Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik, Werkstoffkunde. Doch sind gerade auch die rein kernphysikalischen Daten meist hinreichend vollständig und genau.

schlusses einer atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung graduell bewertet werden kann.

Hier zeigt es sich erneut, daß die probabilistische Risikoanalyse im Prinzip ein für rechtliche Beurteilung adäquates stochastisches Bewertungsverfahren darstellt und die gewünschte graduelle Bewertung grundsätzlich liefern kann ¹⁴⁾.

c) Ergebnis

Nach der triadischen Analyse gehört es zur logisch fundierten Beweisführung einer Gefahrenbeurteilung, den Wahrheitsgrad der Hypothesen über Schadensmöglichkeiten mit Hilfe einer sogenannten Wahrscheinlichkeitsmetrik zu bestimmen. Da bei der gegenwärtigen atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung im Rahmen von § 7 AtG die Richtigkeit des Induktionsschlusses nicht graduell überprüft werden muß, besteht somit ein Defizit zum Ergebnis der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung.

14) Die deutsche Risikostudie liefert zum Beispiel diese Aussage: Würde man den Betrieb von 25 Druckwasserreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland 100'000 Jahre lang beobachten und am Ende eines jeden dieser einzelnen Jahre registrieren, ob ein Ereignis mit radioaktiver Freisetzung im vergangenen Jahr eingetreten ist oder nicht, so würde man etwa in einem der 100'000 Fälle eine Freisetzung mit der Folge eines Soforttoten registrieren müssen (S. 235, Bild 8 - 13 der DRS, Hauptband). Man müßte die Beobachtungszeit auf viele Millionen Jahre ausdehnen, wenn bei diesen Freisetzungseignissen einmal eine größere Anzahl von Soforttoten zu beklagen wäre.

2.) Defizit in der gegenwärtigen Beurteilungspraxis hinsichtlich des empirischen Elementes

Das oben identifizierte Defizit im logischen Aufbau der gegenwärtigen atomrechtlichen Gefahrenbeurteilungspraxis besagt, daß die realen und empirisch erfaßbaren Wahrscheinlichkeitszusammenhänge nicht vollständig und systematisch erfaßt werden. Die Berücksichtigung derartiger Einzelbeobachtungen könnte also verbessert werden. Diese Feststellung darf jedoch nicht dahin mißgedeutet werden, als würden nicht alle für die vom Gesetzgeber in § 7 AtG deterministisch konzipierte Gefahrenbeurteilung notwendigen Einzelbeobachtungen ausgewertet. Ganz im Gegenteil: In außerordentlich hohem Maß wird hierfür wissenschaftlich aufbereitete Erfahrung genutzt für den deterministischen Nachweis, daß im Normalbetrieb und bei den Auslegungsfällen eine Dosisüberschreitung ausgeschlossen ist. Es fehlt aber eine integrale alle Systeme und Komponenten der Anlage erfassende Wahrscheinlichkeitsabschätzung, um bei der Gefahrenbeurteilung die vielen nur statistisch erfaßbaren Details zu berücksichtigen. Diese stecken zum Beispiel in folgenden Fragen:

- Wie oft werden die verschiedenen Systeme im Betrieb angefordert?
- Welchen Einfluß hat das Versagen einer Komponente auf die Wahrscheinlichkeit eines Versagens des Gesamtsystems?
- Wie beeinflussen sich die statistischen Ausfälle von Teilsystemen gegenseitig?

Es fehlt insoweit ein umfassender probabilistischer Nachweis darüber, welche Störfallabläufe wesentlich zum Risiko beitragen und welcher Risikobeitrag auf welche Weise redu-

ziert werden kann. Bei der gegenwärtigen Praxis wird durch die wissenschaftlich fundierten deterministischen Nachweise - dem deterministischen Sicherheitskonzept des Atomgesetzgebers entsprechend - zwar gewährleistet, daß Schadensabläufe nicht deterministisch vorbestimmt sind. Darüber hinaus werden auch - wie im Abschnitt III. des 5. Kapitels dargelegt - Wahrscheinlichkeitserwägungen (probabilistische Beurteilungen) angestellt mit dem Ziel, die Wahrscheinlichkeit von Schäden durch entsprechende Maßnahmen zu vermindern (z.B. Mehrfacheinschluß, Qualitätssicherung, zuverlässiger Betriebsablauf, Redundanzen, Diversitäten etc.). Dieses sogenannte Barrieren- und Mehrstufenkonzept wertet den von Wahrscheinlichkeitsgesetzen regierten Bereich des Sachverhaltes aber nur schwerpunktmäßig aus, insbesondere geht es dabei nicht um eine vollständige Berücksichtigung aller Wahrscheinlichkeitszusammenhänge.

Mit dem Barrieren- und Mehrstufenkonzept wird deshalb Teil 1 des im 5. Kapitel aufgestellten Verfahrensgrundsatzes ¹⁵⁾ nur teilweise befolgt. Danach wäre im Anschluß an die Untersuchung aller deterministischen Zusammenhänge eine probabilistisch quantifizierende Gefahrenbeurteilung vorzunehmen. Dementsprechend ist auch die Irrtumsmöglichkeit der gegenwärtigen atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung nicht umfassend probabilistisch quantifiziert und somit nicht stochastisch umfassend aufgeklärt und in Zahlen gefaßt. Folglich ist auch der Teil 2 des im 5. Kapitels aufgestellten Verfahrensgrundsatzes nicht voll erfüllt.

15) Verfahrensgrundsatz, Teil 1 und 2 auf S. 106 der vorliegenden Arbeit.

Dieses Aufklärungsdefizit dürfte der eigentliche Anlaß sein für die gegenwärtige weltweite Diskussion über "severe (nuclear) accidents" (also schwere nukleare Unfälle, für die es keine besonderen Vorkehrungen in Kernkraftwerken gibt). 16)

In der Bundesrepublik Deutschland ist man sich bei dieser Diskussion weitgehend darüber einig, daß durch systematische probabilistische Analysen die Basis der Kenntnisse über die Unfallabläufe verbreitert werden könnte, um im

-
- 16) Von der US-Atomenergiebehörde NRC wurde eigens ein groß angelegtes Forschungsprogramm aufgelegt, um mit Hilfe des stochastischen Analyseinstrumentariums den Ablauf schwerer Unfälle probabilistisch quantifizierend konkret aufzuklären und in Zahlen zu fassen: Nuclear Power Plant Severe Accident Research Plan, 1983 (NUREG 900). Auf der 10. Informationsveranstaltung der NRC zur Reaktorsicherheitsforschung im Oktober 1982 war das Forschungsprogramm zu "severe accidents" ein besonderer Diskussions-schwerpunkt (Nucl. Saf. 1983, S. 173 ff). Die "NRC-rulemaking-policy" (Politik zur Aufstellung von Regeln und Richtlinien) hat sich bereits darauf eingestellt (NUREG/BR-0032, Vol 3, No 15, 1983). Auch in Frankreich befaßt sich das wissenschaftliche Beratergremium der Regierung zur Reaktorsicherheit, GPR, verstärkt mit "severe accidents" (GPR = Group Permanent Reacteur). Auf internationaler Ebene (OECD/NEA) wurde von einer angesehenen Expertengruppe eine Bestandsaufnahme zu dem Kenntnisstand über schwere Unfälle vorgenommen (Senior Group of Experts on Severe Accidents, Final report to the CSNI on Severe Accidents Okt. 1982). Danach ist die probabilistische Analyse-methode im Prinzip eine nützliche Hilfe dazu, die Auslegung einer Anlage umfassend zu überprüfen. Deshalb sollte im Hinblick auf eine konkrete Aufklärung von schweren Unfallabläufen das methodische Rüstzeug dringend weiterentwickelt werden, um die bislang noch bestehenden, den Wert der Methode einschränkenden Unsicherheiten der probabilistischen Analysen ausreichend zu vermindern. Die Amerikanische und die Europäische Nuklear Gesellschaft, ANS sowie ENS, waren Träger der speziellen internationalen Tagung in Cambridge, Massachusetts (28. Aug. - 1. Sept. 1983) zur Diskussion und Auswertung der Forschung über die Wahrscheinlichkeit schwerer nuklearer Unfälle.

Rahmen der Gefahrenbeurteilung nach § 7 AtG Folgerungen abzuleiten.

Diese quantitative "Wahrscheinlichkeitsmessung" würde die bisher übliche qualitative Wahrscheinlichkeitsabschätzung der relativen Wahrheit von Hypothesen über Schadensabläufe bei der Gefahrenbeurteilung kerntechnischer Anlagen ersetzen. Das hätte zur Folge, daß mit der genaueren "Wahrscheinlichkeitsmessung" auch genauer erkannt werden könnte, welche Wahrscheinlichkeitszusammenhänge das Risiko dominieren und durch welche (gegebenenfalls verhältnismäßig einfache) Methoden deren Übergewicht beseitigt werden kann.

3.) Defizit in der gegenwärtigen Beurteilungspraxis hinsichtlich des subjektiv wertenden Elementes

Wie die obigen Ausführungen darlegen, könnte die gegenwärtige atomrechtliche Gefahrenbeurteilung logisch und empirisch so systematisiert werden, daß die Sachverhaltsgewinnung noch umfassender, noch objektiver und noch genauer wird und dadurch die notwendige Wertungsaufgabe auf einer noch höher belastbaren Grundlage erfolgen kann. Insbesondere wäre dadurch der Sachverhalt so umfassend und so systematisch aufbereitet, daß seine Wertung mit Hilfe des hier aufgestellten Adäquanzkriteriums leicht möglich wäre.

Da - wie im 6. Kapitel dargelegt - durch die Anwendung des Adäquanzkriteriums das subjektive Element bei der Wertung des Sachverhaltes auf das unvermeidbare Maß beschränkt ist, könnte dadurch die atomrechtliche Gefahrenbeurteilung entsprechend weiter objektiviert werden.

Bei der gegenwärtigen atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung wird vor allem im Sinne des ersten Teils des hier aufgestellten Adäquanzkriteriums geprüft. Das heißt, indem deterministisch nachzuweisen ist, daß im Normalbereich und bei den Auslegungsstörfällen die Dosisgrenzwerte eingehalten werden, liegen keine Ursachen vor, die deterministisch nachweisbar Schadensereignisse vorherbestimmen. Der Nachweis darüber, daß nur noch Ungewißheiten jenseits praktischer Vernunft eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines Schadens bedeuten, wird dagegen nicht umfassend mathematisch geführt. Entsprechende Wahrscheinlichkeitsberechnungen werden nur von Fall zu Fall - vor allem bei der Auslegung redundanter (oder diversitärer) Sicherheitseinrichtungen - angestellt.

Das heißt, es wird in der Regel nicht rechnerisch überprüft, ob stochastisch nachweisbare Einflußfaktoren bestehen, die die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses merklich erhöhen. Wenn danach derartige stochastisch nachweisbare Einflußfaktoren nicht bestehen, wäre damit zugleich einsichtig, daß die dennoch mögliche zahlenmäßige Angabe einer geringen Schadenseintrittswahrscheinlichkeit lediglich als eine rechnerische Abschätzung von Ungewißheiten zu bewerten ist, mit denen man nach praktischer Vernunft nicht zu rechnen braucht.

Zusammenfassend läßt sich somit feststellen, daß zwar einzelne Einflußfaktoren (wie etwa Qualität und Zuverlässigkeit von Komponenten und Teilsystemen oder geologische, topologische und meteorologische Gegebenheiten am Standort der Anlage) auf die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit durch geeignet erscheinende spezielle Anforderungen vermindert werden. Dies aber erfolgt nicht auf der Grundlage probabilistisch quantifizierender Angaben, sondern nur qualitativ aufgrund ingenieurmäßiger Erfahrung und allgemeiner wissenschaftlicher Erkenntnisse.

III.) Verbesserungsmöglichkeiten der gegenwärtig praktizierten atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung

1.) Die Einführung allgemeiner quantitativer Sicherheitsziele

Die gegenwärtige Politik der US-amerikanischen Atomenergiebehörde NRC, quantitative Sicherheitsziele (safety goals) aufzustellen, kann als ein Bemühen interpretiert werden, durch Vorgabe von Zahlenwerten das Defizit an quantitativer Abschätzung von Einflußfaktoren auf das Risiko zu beseitigen. Diese Zielwerte sollen letztlich eine systematische, probabilistische Überprüfung der Bedeutung der einzelnen Einflußfaktoren auf das Risiko eines Betriebes von Kernkraftwerken bewirken. Als Zielwerte hat die NRC vorgeschlagen, daß durch den Betrieb eines Kernkraftwerkes das Individualrisiko für Unfalltod und das Bevölkerungsrisiko von tödlichen Krebserkrankungen jeweils höchstens um 0,1% erhöht werden darf. Die Häufigkeit eines schweren Kernschadens darf nicht größer als 1:10000 pro Reaktorjahr betragen ¹⁷⁾.

Die Schwäche dieser "safety goals" besteht aber vor allem darin, daß sie nur globale Ziele setzen, nicht aber solche, die jeweils unmittelbar für die einzelnen Faktoren, die

17) Diese Zielvorgaben wurden von der US-Atomenergiebehörde NRC am 14.3.1983 im "US Federalregister" (Anzeigeblatt der US-Regierung) veröffentlicht. Sie sollen versuchsweise für zwei Jahre eingeführt werden. Nach Meinung von A. Birkhofer im Vortrag "Risikokonzent aus naturwissenschaftlicher-technischer Sicht" auf dem 7. Deutschen Atomrechtssymposium in Göttingen 1983 formalisiert dieses Konzept von Sicherheitszielen gegenwärtig am weitesten die Anwendung der Risikoanalyse im Genehmigungsverfahren für Kernkraftwerke.

das Individual- und Bevölkerungsrisiko oder das einer schweren Kernschädigung beeinflussen, Sicherheitsziele setzen.

2.) Die Anwendung des im 5. Kapitel aufgestellten Adäquanzkriteriums

a) Notwendige Sachverhaltsangaben für die praktische Anwendung des Adäquanzkriteriums

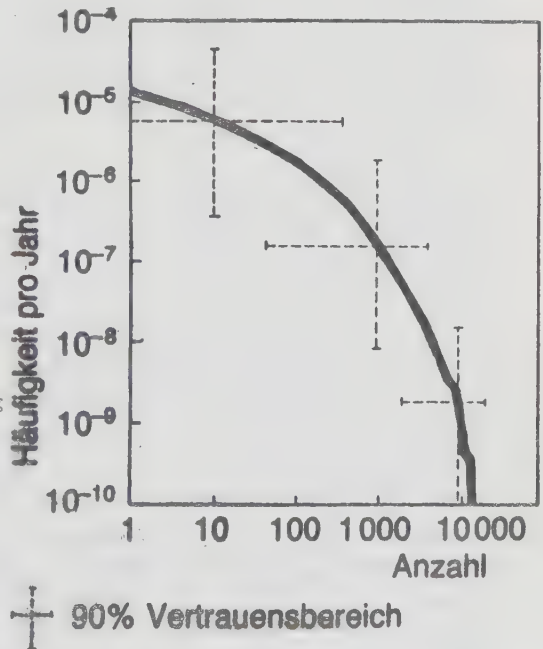
Das hier aufgestellte Adäquanzkriterium setzt im Gegensatz zu den globalen nordamerikanischen "Sicherheitszielen" an den einzelnen Bedingungen für das Individual- und Bevölkerungsrisiko (oder für einen schweren Kernschaden) an. Nicht die Höhe eines Gesamtrisikos steht im Vordergrund der Prüfung, sondern die Frage, ob deterministisch nachweisbare Ursachen oder hinreichend gesicherte Einflußfaktoren für den Eintritt eines Schadens bestehen. Für die praktische Anwendung des Adäquanzkriteriums benötigt man folglich nicht nur deterministische Untersuchungen, sondern auch quantifizierte Angaben über die Eintrittswahrscheinlichkeit für Schäden, insbesondere auch über die jeweiligen Beiträge der einzelnen Einflußfaktoren zur gesamten Eintrittswahrscheinlichkeit für Schäden.

Eine nach den obigen Ausführungen logisch und empirisch systematisierte Gefahrenbeurteilung könnte die entsprechenden Angaben liefern. In der Deutschen Risikostudie, Phase A, liegen als Beispiele derartige Angaben für Kernkraftwerke bereits vor.

b) Praktische Anwendung des Adäquanzkriteriums am Beispiel von Ergebnissen aus der Deutschen Risikostudie

Die Deutsche Risikostudie (1979) hat zum Beispiel - wie in Abb. 2 veranschaulicht - ergeben, daß die Wahrscheinlichkeit für Todesopfer durch ein nukleares Ereignis in der Bundesrepublik Deutschland zwischen Eins zu Hunderttausend und Eins zu Zehnmilliarden pro Reaktorbetriebsjahr beträgt ¹⁸⁾. Das Ergebnis besagt:

Abb. 2: Häufigkeitsverteilung für unfallbedingte frühe Todesfälle bei 25 Druckwasserreaktoren von 1300 MW (elektrisch). Die Abbildung zeigt den für Risikokurven von Kernkraftwerken typischen Verlauf, nämlich, daß die Eintrittswahrscheinlichkeit größerer Schäden mit wachsendem Schadensumfang stark abnimmt und insgesamt außerordentlich niedrig ist (vgl. S. 235 in Deutsche Risikostudie für Kernkraftwerke).



18) Dabei wurde angenommen, daß 25 Druckwasserreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland in Betrieb sind.

Würde man über einen Zeitraum von 100'000 Jahren an jedem Jahresende überprüfen, ob ein Mensch in der Bundesrepublik in dem jeweiligen Jahr einem Kernschmelzunfall zum Opfer gefallen ist, würde man dies in 99'999 von 100'000 Fällen verneinen können. Noch viel unwahrscheinlicher wäre, daß mehr als ein Mensch durch einen Kernschmelzunfall getötet wird. Die theoretische Möglichkeit schließlich, daß der Kernschmelzunfall eine Katastrophe mit etwa 10'000 Todesopfern darstellen würde, wäre so unwahrscheinlich, daß man die jährlichen Überprüfungen über einen Zeitraum von etwa zehn Milliarden Jahren machen müßte, um in einem dieser zehn Milliarden Fälle eine derartige Katastrophe eventuell registrieren zu müssen.

Selbst wenn sich diese theoretischen Angaben bei einem Rückblick auf einen so langen Zeitraum des Einsatzes von Kernreaktoren einmal bestätigen würden, würde wohl kaum jemand der Feststellung widersprechen, daß sich hiernach die Sicherheit von Kernreaktoren von absoluter Sicherheit nur äußerst wenig unterscheidet ¹⁹⁾.

Im Ergebnis läßt sich somit feststellen, daß nach der Deutschen Risikostudie die Eintrittswahrscheinlichkeit für nukleare Unfälle durch Kernkraftwerke insgesamt tatsächlich sehr gering ist und somit auch der Beitrag der einzelnen Einflußfaktoren zum Risiko durch Kernkraftwerke sehr klein ist.

Nach dem aufgestellten Adäquanzkriterium ist ein Einflußfaktor dann eine adäquat ursächliche Bedingung für eine Ge-

19) Es fühlt sich auch kaum jemand davon verunsichert, daß in den langen Zeiträumen der geologischen Erdgeschichte geologische Ereignisse aufgetreten sind und in diesen Zeiträumen auch weiterhin mit ihnen zu rechnen ist, die - wenn sie auftreten - jeweils eine Katastrophe mit vielen tausend Todesopfern für die Bewohner auf dem davon betroffenen Teil der Erde bedeuten würden.

fahr, wenn er zur Schadenswahrscheinlichkeit stochastisch nachweisbar und merklich beiträgt. Demnach begründet der Faktor keine Gefahr, wenn sein Einfluß auf das Risiko erstens sehr gering ist und zweitens dieser geringe Einfluß sich nur als das Ergebnis einer bloßen Unterstellung darstellt, die postuliert wird, um Ungewißheiten jenseits der Schwelle praktischer Vernunft zu quantifizieren, mit denen aber nach Stand von Wissenschaft und Technik ernsthaft nicht zu rechnen ist.

Wie oben dargelegt, ist nach der Deutschen Risikostudie der Einfluß aller möglichen Faktoren auf das Risiko durch Kernkraftwerke gering. Von einer Gefahr könnte man deshalb allenfalls dann sprechen, wenn einige Einflußfaktoren stochastisch nachgewiesen wesentlich zum Risiko beitragen und deshalb die Wahrscheinlichkeit für Schäden nicht als ein Versuch zur Quantifizierung unterstellter Unsicherheiten zu werten ist, sondern - obwohl die Wahrscheinlichkeit gering ist - als ein Risiko, das sich aus realitätsnahen (weil stochastisch nachgewiesenen) Faktoren ergibt.

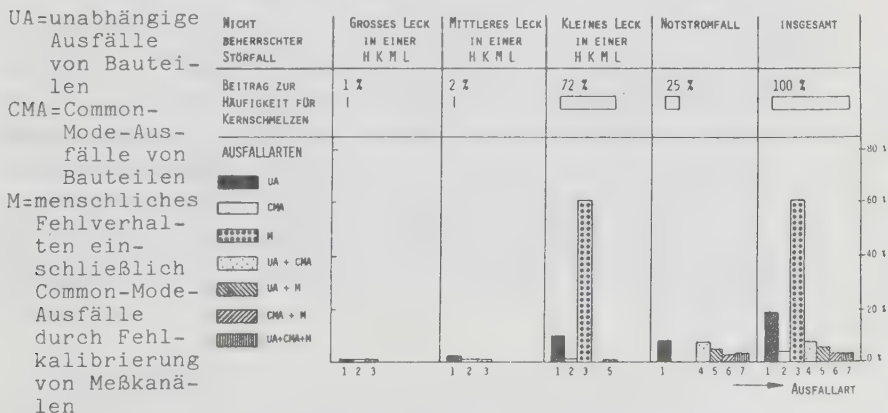


Abb. 3: Beiträge der unterschiedlichen Ausfallarten zur Häufigkeit von Kernschmelzen (aus Deutsche Risikostudie S. 244)

Auch für diese Prüfung der Realitätsnähe lassen sich beispielhaft Ergebnisse aus der Deutschen Risikostudie heranziehen. Sie ergibt beispielsweise - wie in Abb. 3 veranschaulicht -, daß das Auftreten eines kleinen Lecks in einer Hauptkühlmittleitung den weitaus größten Beitrag zum Unfallrisiko eines Kernkraftwerkes liefert und dabei vor allem menschliches Fehlverhalten diesen Beitrag ausmacht ²⁰⁾.

In der Deutschen Risikostudie wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß man sich bei der Berücksichtigung menschlicher Fehlhandlungen weitgehend mit pauschalen Abschätzungen behelfen muß ²¹⁾. Es handelt sich demnach um Vermutungen, die unterstellt werden, um Ungewißeheiten jenseits Grenzen menschlichen Erkenntnisvermögens zu quantifizieren. Dieser Einflußfaktor ist folglich keine Bedingung, die mit probabilistisch ermittelten Zahlen stochastisch nachweisbar die Eintrittswahrscheinlichkeit für Schadensereignisse merklich erhöht. Nach dem Adäquanzkriterium begründet dieser Einflußfaktor folglich keinen Gefahrentatbestand. Aufgrund der Deutschen Risikostudie läßt sich nur vermuten, daß bei pessimistischer Abschätzung über das Zusammentreffen einzelner Fehlhandlungen mit Komponenten- bzw. Systemausfällen (oder anderen Ereignissen) der Faktor Mensch zur trotzdem insgesamt sehr kleinen Eintrittswahrscheinlichkeit für Schäden merklich beitragen könnte. Um den Einfluß dieses Faktors auf die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit probabilistisch quantifiziert abzusichern, sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig.

20) Siehe DRS, S. 243

21) Vergleiche DRS, S. 81

c) Dynamische Wirkung der Anwendung des aufgestellten Adäquanzkriteriums

Bereits im Rahmen der Deutschen Risikostudie wurde begonnen, den Einflußfaktor "Fehlhandlungen" zu untersuchen. Mögliche Verbesserungsmaßnahmen wurden diskutiert ²²⁾. Als Folge davon ist bei neuen Anlagen eine weitere Automatisierung des Kernkraftwerkbetriebes bereits verwirklicht worden ²³⁾. Bei den weltweiten Bemühungen die Aussagesicherheit probabilistischer Analysen zu verbessern, spielt gerade auch die Berücksichtigung des Einflußfaktors "Fehlhandlungen" eine wesentliche Rolle.

Die Bewertung des Einflußfaktors "Fehlhandlungen" anhand des Adäquanzkriteriums macht auch deutlich, daß die Anwendung dieses Kriteriums ganz im Sinne des § 7 AtG wirken würde. Wenn nämlich bei der Errichtung einer neuen Anlage aufgrund des Fortschrittes von Wissenschaft und Technik mit probabilistischen Analysen stochastisch nachweisbar geworden ist, daß ein Einflußfaktor merklich zum Risiko beiträgt, muß dieser Beitrag durch entsprechende Maßnahmen verringert werden. Auf dem dadurch entstehenden insgesamt niedrigerem Risikoniveau könnten sich mit dem Fortschritt von Wissenschaft und Technik eventuell wiederum einige Einflußfaktoren durch stochastisch nachweisbare Risikobeiträge merklich abheben. Diese müßten dann ebenfalls entsprechend verringert werden. Auf diese Weise würde die mit dem Stand von Wissenschaft und Technik fortschreitende erforderliche Vorsorge fortlaufend ausgebaut.

Darüber hinaus kann mit Hilfe des Adäquanzkriteriums auch bereits ein im Rechtssinne bestehender Gefahrenverdacht er-

22) Siehe DRS, S. 99 ff

23) Vergleiche DRS, S. 101

kannt und dadurch ein Fortschritt von Wissenschaft und Technik bewirkt werden. Wenn nämlich, wie zum Beispiel beim Faktor "Fehlhandlungen" zwar nicht stochastisch nachweisbar aber dennoch aufgrund probabilistischer Untersuchungen ein merklicher Einfluß auf das Risiko von kerntechnischen Einrichtungen vermutet werden kann, begründet dieser Sachverhalt zwar keine Gefahr möglicherweise aber einen Gefahrenverdacht. Dies bedeutet, daß - wie im Fall des Faktors "Fehlhandlungen" - wissenschaftliche Untersuchungen unternommen werden, die zu einem Fortschritt des Standes von Wissenschaft und Technik führen können. Wenn dann stochastisch nachgewiesen werden kann, daß der Einflußfaktor merklich ist, sind Maßnahmen zur Verminderung des Risikos zu treffen.

Insofern dient das hier aufgestellte Adäquanzkriterium dem in § 7 AtG festgelegten dynamischen Grundrechtsschutz ²⁴⁾ und wirkt dabei auf einen immer höheren und ausgewogeneren Sicherheitsstandard der kerntechnischen Anlagen hin.

24) Im Sinne der BVerfGE 49, 89 (1979) ("Kalkar-Beschluß")

ERGEBNIS und ZUSAMMENFASSENDE SCHLUßBEMERKUNGEN

1. Die kausalen Zusammenhänge bei technischen Sachverhalten können in einem zweistufigen Verfahren umfassend aufgeklärt werden. Entsprechend dem naturwissenschaftlichen Kausalitätsverständnis sind zunächst die deterministischen und danach die probabilistischen Zusammenhänge zu ermitteln. Dementsprechend gelten für das Beurteilungsverfahren technischer Gefahrenquellen die folgenden beiden Grundsätze:

(1) Zunächst ist die deterministische Gefahrenbeurteilung vorzunehmen. Falls sie nicht bereits Schadensabläufe eindeutig voraussehen läßt, ist anschließend eine probabilistische, quantifizierende Beurteilung der kausalen Zusammenhänge vorzunehmen.

(2) Die Unsicherheit der auf deterministischen Untersuchungen beruhenden Feststellung eines Schadensausschlusses ist durch eine probabilistisch quantifizierende Gefahrenbeurteilung als Irrtumsmöglichkeit konkret aufzuklären und in Zahlen zu fassen.

2. Als adäquat ursächlich für einen Gefahrentatbestand sind anzusehen

- Bedingungen, die deterministisch nachweisbar Schadensereignisse vorherbestimmen (eindeutige Ursachen)
- Bedingungen, die mit probabilistisch ermittelten Zahlen konkret und stochastisch nachweisbar die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses merklich erhöhen (hinreichend gesicherte Einflußfaktoren).

3. Die triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung unterscheidet drei Elemente bei einer jeden Gefahrenbeurteilung. Bedeutung und Verhältnis der drei Elemente lassen sich stichwortartig wie folgt beschreiben:

- Jeder rechtlichen Gefahrenbeurteilung muß ein logisch überzeugendes Bewertungssystem für relative Wahrheiten von Hypothesen zugrunde liegen. Dieses logische Element verbürgt die Rationalität der Gefahrenbeurteilung und begründet deshalb den Anspruch der rechtlichen Gefahrenbeurteilung auf allgemeine Verbindlichkeit.
- Das empirische Element der Gefahrenbeurteilung sorgt für Realitätsnähe durch Einbeziehung der einzelnen naturgesetzlich vorgegebenen und empirisch erkennbaren Tatsachen.
- Das subjektive Element besorgt die erforderliche Wertung, die von der Auffassung der beurteilenden Person nicht ganz unabhängig sein kann. Durch die Einbeziehung der persönlichen Wertungen wird zugleich mitbestimmt, unter welchen Umständen eine Situation als Gefahr begriffen wird.

4. Aus der triadischen Analyse folgt weiter, daß sich eine Gefahrenbeurteilung aus drei grundsätzlich unterschiedlichen Beurteilungsaufgaben zusammensetzt. Eine Gefahrenbeurteilung stellt demnach ein dreidimensionales Beurteilungsproblem dar, zu dessen Lösung die drei elementaren Teilaufgaben

- logische Gefahrenbeurteilung
- empirische Gefahrenbeurteilung
- subjektive Gefahrenbeurteilung

zu erfüllen sind. Bei der logischen und der empirischen Gefahrenbeurteilung, geht es um das gebotene methodische

Vorgehen mit dem Ziel, die Rationalität und die Realitätsnähe der Beurteilung zu gewährleisten. Durch den subjektiven Teil der Gefahrenbeurteilung wird vor allem die Höhe der Gefahrenschwelle bestimmt.

5. Die triadische Analyse der Gefahrenbeurteilung führt in Verbindung mit dem aufgestellten Adäquanzkriterium auf einen Grundbegriff von Gefahr. Danach begründet jede logisch überzeugend ermittelte Wahrscheinlichkeit für Schäden immer dann eine Gefahr, wenn sie sich stützen kann auf nachprüfbare Tatsachen oder Tatsachenzusammenhänge zum Unterschied von bloßen Spekulationen, mit denen nach Stand von Wissenschaft und Technik ernsthaft nicht zu rechnen ist. Eine Gefahr besteht also erst dann, wenn mit logisch und empirisch fundierten Mitteln Bedingungen festgestellt wurden, die nach dem aufgestellten Adäquanzkriterium für einen Schaden adäquat ursächlich sind.

Dieser Begriff von Gefahr läßt für das subjektive Element nur wenig Raum und ist deshalb geeignet, von einer breiten Allgemeinheit als Grundbegriff für Gefahr anerkannt zu werden.

6. Es wird vorgeschlagen, für die sicherheitsrechtliche Gefahrenbeurteilung den durch das aufgestellte Adäquanzkriterium definierten Grundbegriff Gefahr anzuwenden.

Ob Gefahrenabwehrmaßnahmen zu erfolgen haben, sollte vom Nichtvorliegen von Zulässigkeitskriterien für bestimmte Gefahren abhängig gemacht werden. So würde ein fruchtloser Begriffsstreit über Gefahr vermieden, und es würde das eigentliche Problem angegangen, nämlich: Welche Zwecke sind so hochwertig, daß bestimmte Gefahren zugelassen werden dür-

fen und müssen? Je größer aber die typischen Gefahren einer Gefahrenquelle sind, umso weniger Spielraum bleibt für Kriterien, die für bestimmte Gefahren die Zulässigkeitschwelle höher setzen. Bei einigen Gefahren, wie insbesondere bei der Kernenergienutzung verbleibt jedoch hinsichtlich schwerer Unfallfolgen kein Spielraum, die Zulässigkeitschwelle durch entsprechende Kriterien anzuheben. Hier hat es beim dargelegten Grundbegriff von Gefahr sein Bewenden.

7. Aus der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung folgt schließlich, daß Wahrscheinlichkeitsberechnungen für die logische und empirische Begründetheit der Gefahrenbeurteilung - insbesondere im technischen Sicherheitsrecht - als methodisches Instrumentarium von wesentlicher Bedeutung sind. Die Rezeption von Wahrscheinlichkeitsberechnungen in die rechtliche Gefahrenbeurteilung ist vor allem zweckmäßig und für eine optimale Objektivierung der Beurteilung auch erforderlich. In der konkreten Anwendungsform als probabilistische Analyse wird mit dem Instrumentarium "Wahrscheinlichkeitsberechnung" insbesondere folgendes erreicht:

Die Gefahrenbeurteilung

- stützt sich auf rationale Denkweisen (Konkretisierung des logischen Elementes durch mathematische Verfahren),
- ist mit wissenschaftlich ermittelten Erfahrungswissen ausgestattet (Konkretisierung des empirischen Elementes durch Statistik und Wahrscheinlichkeitsberechnungen) und
- gründet sich bei den von subjektiven Auffassungen unvermeidlich abhängigen Bewertungen auf alle nach dem jeweiligen Kenntnis- und Erfahrungsstand relevanten und objektiv nachprüfbaren Tatsachenzusammenhänge (Begrenzung des subjektiven Beurteilungselementes allein auf das, was grundsätzlich nicht objektivierbar ist).

8. Der Vergleich der gegenwärtigen Praxis atomrechtlicher Gefahrenbeurteilung mit dem Ergebnis der triadischen Analyse der Gefahrenbeurteilung führt zu dem Schluß, daß die gegenwärtig praktizierte Gefahrenbeurteilung im Rahmen von § 7 AtG vervollkommenet werden könnte und sollte.

Aus grundsätzlichen logischen Erwägungen sollte bei der atomrechtlichen Gefahrenbeurteilung graduell bewertet werden, inwieweit die auf dem Stand von Wissenschaft und Technik mit induktiver Logik gefundenen Schlüsse gesichert sind. Die probabilistische Analyse aller erfaßbaren Einzelbeobachtungen könnte ein entsprechendes Bewertungssystem (= Wahrscheinlichkeitsmetrik) darstellen. Auf diese Weise könnte überprüft werden, ob die auf dem Stand von Wissenschaft und Technik beruhenden Induktionsschlüsse bei der Gefahrenbeurteilung in hohem Grad gesichert sind.

Eine derartige Vervollkommnung der logischen Grundlage einer Gefahrenbeurteilung erfordert auch eine Vervollständigung der empirischen Aufgabe einer Gefahrenbeurteilung; denn das Bewertungssystem ist umso aussagefähiger, je vollkommener und systematischer die empirischen Einzelbeobachtungen erfaßt und ausgewertet werden. Insbesondere wäre die empirische Gefahrenbeurteilung gezwungen, auch die Wahrscheinlichkeitszusammenhänge und statistischen Einzelbeobachtungen möglichst vollkommen und systematisch zu erfassen und quantitativ auszuwerten. Durch eine solche systematische und umfassende quantitative Wahrscheinlichkeitsbestimmung könnte genauer erkannt werden, welche Wahrscheinlichkeitsabläufe das Risiko dominieren, so daß durch gezielte Maßnahmen auch diese Abläufe ihre Dominanz verlieren - vorausgesetzt, die mit deterministischen Methoden erkannten sind bereits beseitigt.

Eine solchermaßen logisch vervollkommnete und empirisch vervollständigte Gefahrenbeurteilung liefert eine objektive Rangordnung der einzelnen Ursachen oder Einflußfaktoren für den weiteren Geschehensablauf: Zunächst die den Geschehensablauf determinierenden und deshalb absolut dominierenden Bedingungen, dann die stochastisch nachgewiesenen den Geschehensablauf wesentlich beeinflussenden Faktoren und am Ende die nur denkbaren Einflußfaktoren, die allenfalls mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit zum Geschehensablauf beitragen.

Da das aufgestellte Adäquanzkriterium unmittelbar an eine derartige wissenschaftlich ermittelte Rangordnung der Ursachen und Bedingungen anknüpft, könnte es effektiv für die Grenzziehung zwischen im Rechtssinne ursächlichen und nicht ursächlichen Bedingungen angewandt werden. Die nach diesem Kriterium vorgenommene Wertung hängt dann nur noch von der subjektiv und individuell möglicherweise unterschiedlich geprägten Auffassung darüber ab, wann ein denkbarer Risikofaktor

- nur als eine bloße Unterstellung anzusehen ist, die postuliert wird, um Ungewißheiten jenseits der Schwelle praktischer Vernunft zu quantifizieren, oder aber,
- stochastisch nachgewiesen zum Risiko beiträgt, so daß nach Stand von Wissenschaft und Technik mit diesem Faktor als Realität ernsthaft zu rechnen ist.

Da es bei dieser Wertung nur einen geringen unvermeidlichen Spielraum für subjektive Auffassungen gibt, kann folglich mit Hilfe des aufgestellten Adäquanzkriteriums eine die breite Allgemeinheit überzeugende Gefahrenbeurteilung abgegeben werden.

9. Im Hinblick darauf, daß das Instrument "probabilistische

Analyse" für die Vervollkommnung der Gefahrenbeurteilung noch nicht voll ausgereift ist und noch eine Vielzahl von Schwierigkeiten zur Aussagesicherheit der Methode zu beseitigen sind, kann die Rezeption dieser Methode noch nicht fest empfohlen oder gar geboten werden. Es ist aber zu erwarten, daß die Methode mit dem Fortschritt von Wissenschaft und Technik immer zuverlässiger und damit auch ihre Einbeziehung in die atomrechtliche Gefahrenbeurteilung immer dringender wird.

Bedenkt man, daß ein Teil der aus der triadischen Analyse sich ergebenden Anforderungen an eine Gefahrenbeurteilung grundsätzlicher Art sind und durch repräsentative Risikoanalysen bereits erfüllt werden können, bräuchte man sich im Einzelfall nur auf entsprechende repräsentative Analysen beziehen. Nur hinsichtlich wesentlicher Abweichungen vom repräsentativen Anlagentyp müßte man besondere ergänzende probabilistische Untersuchungen durchführen.

Der Bezug auf repräsentative Analysen könnte gegebenenfalls auch indirekt erfolgen. So könnte man aufgrund repräsentativer probabilistischer Analysen für Anlagenteile (Komponenten, Teilsysteme) des repräsentativen Anlagentyps probabilistische Zuverlässigkeitskenndaten festlegen. Wenn im konkreten Einzelfall solche Anlagenteile vom repräsentativen Typ abweichen, so müßten aber diese Kenndaten mindestens erreicht, wenn nicht sogar übertroffen werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- ALBERS Hartmut Atomgesetz und Berstsicherung
für Druckwasserreaktoren, DVBl
1978, 22
- ders. Gerichtsentscheidungen zu Kern-
kraftwerken, Villingen-Schwenning-
en: Neckar-Verlag, 1980 (Argu-
mente in der Energiediskussion;
Bd. 10, Hrsg. Volker Hauff)
- APOSTOLAKIS George Probability and Risk Assessment:
The subjectivistic Viewpoint and
some suggestions, Nucl. Saf. 1978,
S. 305
- ARNIM von, Hans Herbert Volkswirtschaftspolitik, 2. Auf-
lage, 1976, in der Reihe: Juri-
stische Lehrbücher, Bd. 2, Frank-
furt/M (Metzner)
- BAKES Otto Umweltstrafrecht, JZ 1973, 337
- BALFANZ H.-P./EGGERT H./Anwendung der Zuverlässigkeits-
LINDAUER E. analyse zur Sicherheitsbeurtei-
lung technischer Anlagen, Fort-
schrittsberichte VDI - Z, Reihe
16, 1975, Nr. 5, S. 5/21
- BASTL W. Zuverlässigkeitsanalyse zur Ob-
jektivierung technischer Systeme,
atw 1974, 474
- BEATTIE J.R. Risk to the Population and the In-
dividual from Jodine Releases,
Nucl. Saf. 8, S. 573 (1967)

- BENDER Bernd Gefahrenabwehr und Risikoversorge
als Gegenstand nukleartechnischen
Sicherheitsrechts, NJW 1979, 1425
- BERGMANN Hugo Der Kampf um das Kausalgesetz in
der jüngsten Physik (mit Vorwort
von Albert Einstein), Braunschweig
1929 (Vieweg)
- BIRKHOFER Adolf Vortrag über Kernenergie und Si-
cherheit bei der Bundesakademie
für öffentliche Verwaltung, Neu-
wied, 25.10.1977 und bei der
Deutschen Richterakademie, Trier,
19.9.1978
- ders. Probabilistic methods in the field
of reaktor safety in Germany, Ann.
of Nucl. Energ. Vol 6, 291 (1979)
- ders. Risikoanalysen unter besonderer
Berücksichtigung der Kerntechnik,
in: Gefahren und Gefahrenbeurtei-
lungen im Recht, hrsg. v. Rudolf
Lukes; Bd. 21 Teil I der Schriften-
reihe Recht-Technik-Wirtschaft,
Carl Heymanns Verlag, Köln/Berlin/
Bonn/München, 1980
- ders. Leiter der Deutschen Risikostudie
für Kernkraftwerke: Eine Untersu-
chung zu dem durch Störfälle in
Kernkraftwerken verursachten Ri-
siko, Hrsg. Der Bundesminister für
Forschung und Technologie, 1979;
Verlag TÜV Rheinland

- ELICKLE D. Schutzbereich für Kernenergieanlagen - Problematik im Atomrecht und im Immissionsschutzrecht; 1. Deutsches Atomrechtssymposium 1972, S. 61
- BLOMEYER A. Beweislast und Beweiswürdigung im Zivil- und Verwaltungsprozeß; Gutachten zum 46. Deutschen Juristentag 1966
- BLÜMEL W./WAGNER H.
(Hrsg.) Technische Risiken und Recht, Vortragszyklus des Kernforschungszentrums Karlsruhe (KfK) und der Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer, 1981, mit Vorträgen von E. Benda, H.-I. Joschek, P. Marburger, F. Ossenbühl, D. Smidt, Ber. KfK 3275, November 1981
- BOESEBECK K. Schadenswahrscheinlichkeiten für Reaktordruckbehälter abgeleitet aus Schadensstatistiken für Druckbehälter aus dem konventionellen Bereich TÜ (16) 1975, Nr. 10, S. 281/4
- BÖRNER Bodo Haftung für Anlagen: Delikt und Gefährdung, VEnergyR 32/33 (1973), S. 50
- BORST W. Die Verwaltungsvorschriften des Atomgesetzes, DVBl 1960, 160
- BREUER Rüdiger Die Entwicklung des Atomrechts 1974 - 1976; NJW 1977, 1121
- ders. Direkte und indirekte Rezeption technischer Regeln durch die Rechtsordnung, AÖR 101, 47 (1976)

- ders. Gefahrenabwehr und Risikoversorge
im Atomrecht, DVBl 1978, 829
- BRIDGEMAN P.W. The Logic of Modern Physics, 1927
- BRUNSWIK Egon Wahrnehmung und Gegenstandswelt,
Psychologie vom Gegenstand her;
Leipzig/Wien, 1934
- BÜDENBENDER U. Anmerkung zum Vorlagebeschluß nach
Art. 100 GG des OVG Münster vom
18.8.1977; ET 1977, 705
- BUGL J. Verrechtlichung des kerntechnischen
Regelwerks, atw 1978, 472
- CAMARINOPOULOS Leonidas/Zuverlässigkeits- und Risikoanalysen,
BECKER Axel als Bd. 2 in der Reihe KTG-Seminar,
Verlag TÜV-Rheinland, Köln, 1983
- CARNAP Rudolf Logical Foundations of Probabili-
ty; Chicago: University of Chicago
Press, 1950
- CONRAD J. Zum Stand der Risikoforschung, Kri-
tische Analyse der Risiko- und
Risikoakzeptanzbegriffsbildung und
-ansätze; Bericht 100/3 zum Vorhaben
SR 70 des BMI, 1978
- DAGTOGLOU Bonner Kommentar zum Grundgesetz
(Zweitbearbeitung), Loseblattsammlung
- DANNER M. Den Unfallursachen auf der Spur.
Was die Versicherungswirtschaft für
die Sicherheit rund um das Auto tut.
Beilage der Süddeutschen Zeitung Nr.
108, Seite 48, Freitag 19. Mai 1979
- DEGENHART Christoph Kernenergierecht in der Entwicklung
- Schwerpunkte, Ergebnisse und Tenden-
zen neuerer Rechtsprechung, ET 1983, 230

- DEGENHART Christoph Kernenergierecht, Schwerpunkte, Entscheidungsstrukturen, Entwicklungslinien, Habilitationsschrift, Juristische Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Nov. 1979, erschienen als Band 23 in der Schriftenreihe Recht-Technik-Wirtschaft (Heymanns Verlag) in 2. Auflage, 1982
- DEUTSCH Erwin Die Zwecke des Haftungsrechts; JZ 1971, S. 244
- ders. Gefahr, Gefährdung, Gefahrerhöhung; in: Festschrift für Larenz, S. 885 ff
- DIEPOLD W. Technische Gefahrenpotentiale im Verständnis der Gesellschaft; in: "Kernenergie und Risiko", 1. GRS-Fachgespräch, München 1977, Bericht Nr. GRS - 10 (März 1978), S. 85 ff
- DINGLER Hugo Grundlagen der Physik, Synthetische Prinzipien der mathematischen Naturphilosophie; Berlin und Leipzig, 1923 (2. Aufl.) (1. Aufl. 1914)
- ders. Der Glaube an die Weltmaschine und seine Überwindung, 1932
- DREWS/WACKE Allg. Polizeirecht, 7. Auflage, 1961; Berlin, Köln, München, Bonn (Carl Heymanns)
- DREWS/WACKE/VOGEL/MAR- Gefahrenabwehr (Allg. Polizeirecht); TENS 8. Auflage, Bd. 1 und Bd. 2, Köln, Berlin, Bonn, München 1975 und 1977

- ERICHSEN H.-U. Der Schutz der Allgemeinheit und der individuellen Rechte durch die polizei- und ordnungsrechtlichen Handlungsvollmachten der Exekutive, VVDStRL 35, 171 (1976)
- ERLER Georg/KRUSE Hans/
PELZER Norbert Deutsches Atomenergierecht; herausgegeben vom Institut für Völkerrecht der Universität Göttingen; bearb. v. N. Pelzer, 3. Auflage, Göttingen 1977
- FARMER F.R. Siting Criteria - A new approach; IAEA - Conf. Containment and Siting, Vienna 3. - 7.4.1967
- ders. Letter to the Editor: Risk - Quantifikation and Acceptability; Nucl. Saf. 17, 4. Nov. 1976
- FELDHAUS Gerhard Konturen eines modernen Umweltschutzrechtes, Von der Gewerbeordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz; DÖV 1974, 613
- FELDMANN Fr.-J. Die Verwendung von Zuverlässigkeits- bzw. Risikobeurteilungen in der Rechtsordnung, Landesbericht - Vereinigte Staaten von Amerika, in: Gefahren- und Gefahrenbeurteilungen im Recht, hrsg. v. Rudolf Lukes, Bd. 21 Teil III der Schriftenreihe Recht-Technik-Wirtschaft, Carl Heymanns Verlag, Köln/Berlin/Bonn/München 1980
- ders. Schadensvorsorge gegen Störfälle und Unfälle bei der Auslegung von Kernkraftwerken, ET 1983, S. 385

- FEUCHTE Paul Prognose, Vorsorge und Planung bei der Genehmigung industrieller Anlagen, Die Verwaltung 1977, 291
- FISCHERHOF Hans Stand und Probleme der Atomgesetzgebung, ET 1969, 149
- ders. Rechtsstreitigkeiten auf dem Gebiet des Atomenergierechts, NJW 1965, 1305
- ders. Deutsches Atomgesetz und Strahlenschutzrecht; Kommentar, 2. Aufl., Bd. 1 (Nomos), 1978
- FRANK Reinhard Strafgesetzbuch, 18. Aufl., Tübingen 1931/1936
- FRANZEN L.F. Unfallrisiken bei KKW (Reaktorsicherheit), Umweltschutz bei nuklearer und konventioneller Energiegewinnung. Ergebnisse der Strahlen- und Umweltforschung; (Strahlenschutz in Forschung und Praxis, Bd. XII, S. 141/58, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1973)
- ders. Grundsätze und Normen der Reaktorsicherheit, atw 1973, 206/8 (Bd. 18)
- ders. Reaktorsicherheit, VDI - Z 15 (1973) Nr. 6, S. 443/9
- FREDERICHs G./LOEBEN M. Untersuchungen zur nuklearen Kontroverse, atw 1978, 294
- FREITAG Dieter Umweltschutz und Wettbewerbsordnung, 1973

- FREUDENTHAL Hans Wahrscheinlichkeit und Statistik;
3. Auflage, München/Wien 1975
(R. Oldenburg Verlag)
- FREUDENTHAL A.M. und
SCHUËLLER G.I. Risikoanalyse von Ingenieurtrag-
werken, in: Konstruktiver Ingenieur-
bau, Berichte, Heft 25/26 (1976);
Hrsg. Prof. Dr. Dr. W. Zerna, Vulkan -
Verlag, Essen
- FREY Gerhard Erkenntnis der Wirklichkeit, Philo-
sophische Folgerungen der modernen
Naturwissenschaften, Stuttgart/Berlin/
Köln/Mainz, 1965 (Kohlhammer)
- FRIEUF K.H. Polizei- und Ordnungsrecht; Besonde-
res Verwaltungsrecht, 4. Aufl., 1976,
S. 153 ff, Hrsg. Ingo von Münch,
Berlin/New York 1976 (Walter de Gruyter)
- GÖTZ Volkmar Allgemeines Polizei- und Ordnungs-
recht, 5. Aufl., Verlag Vandenhoeck
& Ruprecht, Göttingen, 1978
- GOTTINGER Hans-Werner Subjektive Wahrscheinlichkeiten,
Göttingen, 1974 (Vandenhoeck & Ruprecht)
- GRAUL E. Heinz Sicherheits- und Schutzprobleme bei
Reaktorprojekten und Umgang mit Ra-
dioisotopen; Atompraxis 1957, 468
(Karlsruhe)
- GRÜMM H. Energieerzeugung und Umwelt, Eine
Analyse unter besonderer Berücksich-
tigung der Kernenergie; atw Broschüre
"Kernenergie und Umwelt", Nr. 2, S.
2 (Übersichtsvortrag auf Reaktorta-
gung 1971)

- HAAS P.M. Accident Analysis, in Nuclear Safety, Vol. 19, No 3 (May-June 1978)
- HAMMERSCHMIDT H./LEBELT G./MEYER G./SCHRÜFER E./TRÄNKLER H.-R./ZELLER R. Ausfallraten ausgewählter Bauelemente und Geräte der Leittechnik (Dez. 1980), GRS-Bericht Nr.: GRS-A-530/im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie
- HANNING A./SCHMIEDER K. Gefahrenabwehr und Risikovorsorge im Atom- und Immissionsschutzrecht; Beilage Nr. 4/1977 (18. Nov.) zu Heft Nr. 46 in Der Betrieb (DB)
- HANSEN-DIX Frauke Die Gefahr im Polizeirecht, im Ordnungsrecht und im Technischen Sicherheitsrecht, Schriftenreihe: Recht/Technik/Wirtschaft, Bd. 24, Carl Heymanns Verlag, Köln-Berlin-Bonn-München, 1982
- HARTKOPF Günter Über die Sicherheit der Kernkraftwerke heute, Vortrag auf dem 6. Deutschen Atomrechtssymposium am 8. Oktober 1979 in Münster; Pressedienst des Bundesministeriums des Innern
- HECKEL K./KÖHLER J. Experimentelle Untersuchung des statistischen Größeneinflusses im Dauerschwingversuch an ungekerbten Stahlproben, (Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt für den Maschinenbau, TU-München), Zeitschrift für Werkstofftechnik, 1975, S. 52 (Verlag Chemie)
- HEIGL Ludwig Von der Gewerbeordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz; Konturen eines modernen Umweltschutzes, BayVBl 1974, 244

- HEISENBERG Werner Physik und Philosophie, Stuttgart
1959
- ders. Das Naturbild der heutigen Physik,
(Rowohlts Deutsche Enzyklopädie)
- HEUSER F.W. Anwendung und Probleme wahrschein-
lichkeitsmäßiger Methoden zur
technischen Sicherheitsbeurtei-
lung in der Kerntechnik und in an-
deren Techniken; in: Gefahren und
Gefahrenbeurteilungen im Recht,
hrsg. v. Rudolf Lukes, Bd. 21
Teil I der Schriftenreihe Recht-
Technik-Wirtschaft Köln/Berlin/
Bonn/München, 1980 (C. Heymanns)
- HEUSER F.W./BAYER A. Grundzüge und Ergebnisse der
Deutschen Risikostudie, atw 1980,
46
- HIPPEL von, Reinhard Gefahr in der Strafrechtspraxis,
Gefahrurteile und Prognoseent-
scheidungen in der Strafrechts-
praxis, Berlin 1972 (Walter de
Gruyter)
- HOELD A. A theoretical model for the cal-
culation of large transients in
nuclear natural circulation U -
tube steam generators (digital
code UTSG); Nucl. Eng. a. Des.
47 (1978) 1
- HOFFMANN-RIEM Wolfgang Anscheinsgefahr und Anscheinsver-
ursachung im Polizeirecht, in:
Festschrift für Wacke: Verfassung,
Verwaltung, Finanzen, S. 327 ff,
Köln 1972; Hrsg. von Klaus Vogel
und Klaus Tipke

- HOFMANN W. Zuverlässigkeit von Meß-, Steuer-, Regel- und Sicherheitssystemen, München 1968
- HÖFLE-ISPording U. Zuverlässigkeitsrechnung, Berlin/Heidelberg 1978 (Springer-Verlag)
- HOHLEFELDER Walter Zur Regelung der Gefahrenabwehr bei Kernenergieanlagen in der deutschen Rechtsordnung, ET 1983, S. 392
- HOPPE Werner Zur Struktur von Normen des Planungsrechts, Bemerkungen zu rechtsstaatlichen Anforderungen an die Begriffsbildung im Planungsrecht, DVBl 1974, 641
- HUMMEL Konrad Definition und Beweiswert der Vaterchaftswahrscheinlichkeit, NJW 1978, 576
- HURST Werner Zur Problematik der polizeirechtlichen Handlungshaftung, AÖR 83, 43 (1958)
- HUTHER Der Kausalzusammenhang als Voraussetzung des Strafrechts, 1893
- JACOBI W. Konzepte und Prinzipien für die Begrenzung und Optimierung der Strahlenexposition, Eine Erläuterung der neuen ICRP-Empfehlungen, GSF-Bericht-S-546 (Sept. 1978)
- JAEGGER Thomas A. Das Risikoproblem in der Technik; Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik, 1970, Heft 7, S. 1 ff
- JORDAN Pascual Das Bild der modernen Physik (Ullstein-Bücher), 1947

- JOURIS G.M. Some comments on the probabilistic approach to safety analysis, Nucl. Eng. a. Des. 50 (1978), 169
- JUHOS Béla Stufen der Kausalität, Jahresbericht d. philos. Ges. zu Wien 1931/ S. 1 - 19
- ders. Praktische und physikalische Kausalität; Kant-Studien, 1934, Bd. 39, A 2, S. 188-204
- JUHOS Béla/KATZENBERGER Wolfgang Wahrscheinlichkeit als Erkenntnisform in: Erfahrung und Denken, Schriften zur Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften, Bd. 34, Berlin, 1970 (Dunker § Humblot)
- KAFKA P./SCHÜELLER G.I. Probabilistische Zuverlässigkeitsbeurteilung von Sicherheitsbehältern am Beispiel des Druckwasserreaktors; in: 2. GRS-Fachgespräch, 1978, Köln (GRS-13-Bericht)
- KAFKA R./ZIPF G. Ausgewählte Methoden für Risiko- und Zuverlässigkeitsanalysen, GRS-Bericht Nr.: GRS-A-435 (1980)
- KAUFMANN Arthur Die Bedeutung hypothetischer Erfolgsursachen im Strafrecht; in: Festschrift für Eb. Schmidt, 1961, S. 200 ff
- KENDALL H.W. et.al. The Risk of Nuclear Power Reactors, A Review of the NCR Reaktor Safety Study (WASH 1400); Union of Concerned Scientist, August 1977

- KIMMINICH Otto Atomrecht, Nutzungsmöglichkeiten
und Gefahren der Atomenergie,
München, 1974 (Goldmann)
- KLOEPFER Michael Staatsaufgabe Umweltschutz - Vor-
überlegungen zu einem umfassenden
Thema - DVBl 1979, 639
- KNECHT O. Determinismus und Statistik in
der Reaktorsicherheit, atw 1970,
S. 528
- KÖNIG Gert Wagnis und Sicherheit im Inge-
nieurbau, Deutsche Architekten
und Ingenieur-Zeitschrift, Heft
8/9, 1978, S. 6
- KOLLER S. Einführung in die Methoden der
ätiologischen Forschung - Stati-
stik und Dokumentation; in:
Methodik der Information in der
Medizin (Zeitschrift), 2. Jahr-
gang 1963
- KRIELE Martin Kriterien der Gerechtigkeit, 1963
- KRIES von, J. Die Prinzipien der Wahrscheinlich-
keitsrechnung. Eine logische Un-
tersuchung, Freiburg, 1886
- KUHLEN R./SEIDEL C.H./
TSOUYOPOULOS N./
FREY G. Stichwort: "Determinismus/Inde-
terminismus" in Hist. Wb. Philos.
Bd. 2, Basel/Stuttgart, 1972
- KUHNT Dietmar/MUTSCH-
LER Ulrich Entwicklungstendenzen in der
Rechtsprechung zum Atomrecht,
Energw. 1978, 118

- KUBMAUL K. Die Gewährleistung der Umschließung, Grundlagen und Nachweis der Berstsicherheit von Reaktordruckbehältern für LWR - Kernkraftwerke, atw 1978, 354
- LACKNER Karl Das konkrete Gefährdungsdelikt im Verkehrsstrafrecht, Berlin 1967 (de Gruyter)
- LANGE H. Herrschaft und Verfall der Lehre vom adäquaten Kausalzusammenhang, AcP 156 (=1957), S. 114 ff
- LANZ W. Alternativen zur Lehre vom adäquaten Kausalzusammenhang, Bern/Frankfurt/M. 1974
- LAPLACE, de P.S. Essai philos. sur les probabilités, 1814, Paris 1932
- LARENZ Karl Möglichkeiten einer Begrenzung der Haftung über Kausalität, Rechtswidrigkeit, Verschulden, in: Karlsruher Forum 1959, Beiheft zu VersR.
- ders. Zum heutigen Stand der Lehre von der objektiven Zurechnung im Schadensersatzrecht; in: Festschrift für Honig, 1970, S. 79 ff
- LECHELER Helmut Zur Reform der atomrechtlichen Anlagenbau- und -betriebsgenehmigung, ZRP 1977, 241
- LERCHE Peter Übermaß und Verfassungsrecht, 1961, Köln/Berlin/München/Bonn (Carl Heymann)
- LEWIS H.W. et al. "Risk assessment Review Group Report to the US Nuclear Regulatory Commission (NRC), NUREG/CR - 0400, Sept. 1978

- LINDACKERS Karl-Heinz Dissertation (1970), RWTH Aachen;
Einflüsse des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens in der Bundesrepublik Deutschland auf die Auslegung und den Betrieb von KKW
- ders. Die Bedeutung technischer Risiken,
atw 1974, 284
- ders. Grenzen und Nutzen von Risikoanalysen aus der Sicht des Gutachters, in Atomkernenergie/Kerntechnik, Thiemig Verlag, München 1979, S. 190
- LINDAUER E. Die Auswertung von Betriebserfahrungen für die Deutsche Risikostudie, Vortrag auf dem 1. GRS-Fachgespräch, München, 1977, (GRS-Bericht Nr.: GRS-10)
- LINGEN Peter R. VFDB Zeitschrift, 24, 123 (1975)
- LISTL Joseph Die Entscheidungsprärogative des Parlaments für die Errichtung von Kernkraftwerken, DVBl 1978, 10
- LUKES Rudolf Die zukünftige Entwicklung des Kernenergierechts, NJW 1973, 1209
- ders. Die Verwendung von Risikoanalysen in der Rechtsordnung unter besonderer Berücksichtigung des Kernenergierechts, BB 1978, 3/7 = GRS-10-Bericht: 1. GRS-Fachgespräch, S. 99 ff
- ders. Das Atomrecht im Spannungsfeld zwischen Technik und Recht, NJW 1978, 241

- LUKES Rudolf (Hrsg.) Gefahren und Gefahrenbeurteilungen im Recht, mit Beiträgen von Prof. Dr. Dr. R. Lukes, Dr. F.W. Heuser, Prof. Dr. A. Birkhofer, Dr. Fr.-J. Feldmann, K. Vieweg, Dr. L. Backhaus, Dr. E. Mathiak und B. Schütz, Köln/Berlin/Bonn/Münster, 1980 (Carl Heymann)
- LUKES Rudolf/BACKHERMS J. Die Berücksichtigung von Kriegseinwirkungen im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren, AÖR 103, 334 (1978)
- MAIER Horst R./HECKEL K. Bruchwahrscheinlichkeit von polykristallinem Aluminiumoxid unter statischer Biege- und Zugbeanspruchung bei 800°C (Mitteilung aus dem Mechanisch-technischen Laboratorium der TU-München), Berichte Dt. Kern. Ges. 54 (1977), Nr. 11/370
- MARBURGER Peter Das technische Risiko als Rechtsproblem, Bitburger Gespräche 1981
- ders. Atomrechtliche Schadensvorsorge, Möglichkeiten und Grenzen einer normativen Konkretisierung, Carl Heymanns Verlag, Köln/Berlin/Bonn/München, 1983 (in der Schriftenreihe Recht-Technik-Wirtschaft, Hrsg. R. Lukes)
- MATTERN Karl-Heinz/RAISCH Peter Atomgesetz (Kommentar), Berlin und Frankfurt 1961
- MAUNZ/DÜRIG/HERZOG Grundgesetz; Kommentar, München (Loseblatt, Ch. Beck)
- MAURACH R./ZIPF H. Strafrecht, Allgemeiner Teil; Teilband 1, Grundlagen des Strafrechts und Aufbau der Straftat; Lehrbuch, 5. Aufl., Karlsruhe 1977

- McLUER Social Causation, 1942
- McPHERSON G.D. The LOFT facility; in: 3. GRS-Fachgespräch, München, 1979, (GRS-Bericht Nr.: GRS-16)
- MEINLSCHMIDT G./ SCHWAIGER R. Ein Informationssystem zur Ermittlung von Zuverlässigkeitskenngrößen im KKW Biblis, GRS-Bericht Nr.: GRS-A-560, 1981
- MEIBNER J. Gesundheitsbelastung durch ionisierende Strahlung und chemische Schadstoffe, atw 1980, 93
- MERTENS Hans Joachim Der Begriff des Vermögensschadens im bürgerlichen Recht, 1967
- MERZ L. Philosophie des Reaktorschutzes, Deterministische und probabilistische Thesen zur Reaktorsicherheit; atw 1970, S. 118
- ders. Philosophie des Reaktorschutzes, Deterministische und probabilistische Thesen zur Reaktorsicherheit, 1969, MRR 59; (Veröffentlichung des Laboratoriums für Reaktorregelung und Anlagensicherung, Technische Universität München, Lehrstuhl für Reaktordynamik und Reaktorsicherheit)
- MISES von, Richard Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit (1928), 4. Aufl. (durchgesehen v. Hilda Geiringer), Wien/New York Springer, 1972, in der Reihe: Library of Exact Philosophy

- MOSER Berthold Wahrscheinlichkeit und Kausalität, ...
ÖJZ 63, 29
- MÜLLER F. Juristische Methodik, 1971
- MÜLLER H.-W./VOLLMER H. Fortschritt und Erfahrungen beim
Bau des THTR - 300, atw 1978, 291
- MÜNCH Erwin Tatsachen über Kernenergie, 1980
- NIEHAUS F. Risikoabschätzung und Risikobewertung (Joint IAEA/IIASA - Research Project); (Vortrag auf der Informationstagung des Deutschen Atomforums e.V. über die "Sicherheit des Leichtwasserreaktors", 16./17.1.1978, Mainz)
- OFTINGER Karl Punktationen für eine Konfrontation der Technik mit dem Recht; in: Die Rechtsordnung im Technischen Zeitalter, S. 1 ff, 1961
- OPP Karl-Dieter Methodologie der Sozialwissenschaften, Einführung in die Probleme ihrer Theorienbildung, Hamburg 1970, (Rowohlt)
- OSSENBÜHL Fritz Die Struktur des Aufopferungsanspruchs, BGHZ 47, 327; JuS 1970, 276
- ders. Der polizeiliche Ermessens- und Beurteilungsspielraum, DÖV 1976, 463
- ders. Rechtsfragen des Genehmigungsverfahrens von Kraftwerken; VEnergR, Heft 41/42, S. 39 = DVBl 1978, S. 1

- OSSENBÜHL Fritz Ist § 7 AtG mit dem Grundgesetz vereinbar? Rechtsgutachten, (maschinenschriftl.) Bonn 1978
- PARRY G.W./WINTER P.W. Characterization and Evaluation of Uncertainty in Probabilistic Risk Analysis in Nucl. Saf, Vol 22, No 1, S. 28 ff (1981)
- PFANZAGL Johann Wahrscheinlichkeitstheorie, in: HDSW Bd. XI (1961), S. 487
- PLANCK Max Determinismus und Indeterminismus, Vortrag an der TU-München, 4. Dez. 1937; in: Vorträge und Erinnerungen, S. 334 ff, Darmstadt, 1970
- ders. Die Kausalität in der Natur, Vortrag in der Physical Society of London, 1932; in: Vorträge und Erinnerungen, S. 250 ff, Darmstadt, 1970
- ders. Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeiten, Rede am 3. Aug. 1914; in: Vorträge und Erinnerungen, S. 81 ff, Darmstadt, 1970
- PFAFFELHUBER Josef K. Entscheidungshilfen der Technik für Gesetzgebung und Verwaltung, Vortrag am 13.4.1978 auf der VDE - PTB - DVT - Tagung über "Techn. Sachverständigenwesen", Braunschweig
- ders. Das Kernenergierecht unter besonderer Berücksichtigung atomrechtlicher Genehmigungs- und Planfeststellungsverfahren, ET 1978, 151

- ders. Reformüberlegungen zur Ausgestaltung der atomrechtlichen Haftung; in: Deutsches Atomrechtssymposium (06, 1979, Münster, Westfalen), Referate und Diskussionsberichte, veranstaltet vom Bundesminister des Innern gemeinsam mit Rudolf Lukes, Hrsg. Rudolf Lukes, Köln/Berlin/Bonn/Münster, 1980 (Recht, Technik, Wirtschaft; Bd. 20; Carl Heymann)
- PLISCHKA Hans Peter Technisches Sicherheitsrecht; (Schriften zum öffentlichen Recht, Bd. 109) Berlin, 1969
- RABEL Ernst Recht des Warenkaufs, Bd. 1, Berlin/Leipzig, 1936 (de Gruyter)
- RASMUSSEN N.C. Leiter der Reactor Safety Study, An Assessment of Accident Risk in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, WASH 1400; U.S. Nuclear Regulatory Commission, Okt. 1975
- REDECKER Konrad Fragen der Kontrolldichte verwaltungsgerichtlicher Rechtsprechung, DÖV 1971, 757
- REHBINDER Eckard Immissionsschutzrechtlicher Gefahrenbegriff - Beurteilung von Störfällen durch äußere Einwirkungen, BB 1976, 1
- ders. Politisch-rechtliche Probleme des Verursacherprinzips, 1973
- REICHENBACH Hans Kausalstruktur der Welt und der Unterschied von Vergangenheit und Zukunft (eine Akademie-Abhandlung, Sitzungsberichte), München, 1925

- RENGELING Hans-Werner Vorbehalt und Bestimmtheit des Atomgesetzes; Zur Verfassungsmäßigkeit des Schnellen Brüters von Kalkar, NJW 1978, 217
- ders. Aktuelle verwaltungsrechtliche und verwaltungsgerichtliche Fragen bei der Errichtung von Kernkraften, JZ 1977, 542
- RICHTER H. Wahrscheinlichkeitstheorie, 2. Aufl., Springer, Berlin, 1966
- RONELLENFITSCH Michael Das atomrechtliche Genehmigungsverfahren, Schriftenreihe der Hochschule, Speyer, Bd. 91, Duncker & Humblot, Berlin 1983
- ROTH G. Gefahrenvorsorge im sozialen Rechtsstaat, 1968, (S. 16)
- ROXIN Claus Pflichtwidrigkeit und Erfolg bei fahrlässigen Delikten, ZSTW 74 (1962), 432
- RUPP Hans Heinrich Das Urteil des Bundesverfassungsgerichts zum Sammlungsgesetz - eine Wende in der Grundrechtsinterpretation des Art. 2 Abs. 1 GG? NJW 1966, 2037
- SAMPER R. Bayrisches Polizeiaufgabengesetz (BayPAG), 2. Aufl., 1969, (Kommentar); 9. Aufl., 1979, hrsg. v. H. Martin/R. Samper
- SAMSON Erich Hypothetische Kausalverläufe im Strafrecht, Frankfurt/M., 1972 (Metzner)
- SCHAEFER E. Einführung in die Grundlagen der Sicherung von Qualität und Zuverlässigkeit in der Elektronik, Seminarreihe QZE; IEZ - Veranstaltung zur Produktionselektronik 1977, Internationales Elek-

- tronik Zentrum bei der MMG, IEZ Sekretariat, 8 München 12, Postfach 121009 (J. Prieur)
- ders. Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit in der Elektronik, 1979 (Vogel-Verlag)
- SCHATTKÉ Herbert Grenzen des Strahlenminimierungsgebots im Kernenergierecht, DVBl 1979, 652
- SCHIESSLER Josef Die Statistik und die Vereinfachung, DVBl 1960, 165
- SCHILLING Rainer Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Optimierung von Kraftwerksteilsystemen mit Hilfe von Zuverlässigkeitsuntersuchungen, (Kraftwerke Union Aktiengesellschaft, Abt. V 114) Vortrag bei einer VDI - Veranstaltung (der Sektion kerntechn. Anlagen), Nov. 1977
- SCHLECHTENDAHL E.G./
KRIEG R./
SCHUMANN U./
HIRT C.W. Analyse der fluid - struktur - dynamischen Wechselwirkung von Reaktor-druckbehältereinbauten beim Bowdown, PNS - Jahreskolloquium 1977 (Kernforschungszentrum Karlsruhe)
- SCHMIDT-GLAESER, Walter Planende Behörden, protestierende Bürger und überforderte Richter, in: Bayreuther Hefte für Erwachsenenbildung, Heft 1, Beispiel Kernenergie (Bayreuth, 1977)
- SCHNUR Roman Probleme um den Störerbegriff im Polizeirecht, DVBl 1962, 1
- SCHULIN B. Der natürliche-vorrechtliche Kausalitätsbegriff im zivilen Schadensersatzrecht, 1976

- SCHWARZE J. Rechtsfragen bei der Errichtung von Kernkraftwerken. Zum Urteil des BVerwG vom 16.3.1972 "Kernkraftwerk Würgassen", DÖV 1973, 700
- SCHWIER W. Zuverlässigkeit der elektronischen Sicherheitssysteme der Eisenbahn, Seminarreihe QZE - 4, (Sicherung von Qualität und Zuverlässigkeit in der Elektronik); Veranstaltungen zur Productronica 77, München, 22.-26. Nov. 1977, Internationales Elektronik Zentrum bei der Münchner Messe Gesellschaft (MMG)
- SEIPEL H. Internationale Zusammenarbeit in der Reaktorsicherheitsforschung, in: 3. GRS-Fachgespräch, München, 1979 (GRS-Bericht Nr.: GRS-16)
- SEIPEL H.-G./LUMMERZ-HEIM D./RITTIG D. German Light - Water - Reaktor Safety - Research Program, Nuclear Safety, Vol 18, No 6, S. 727 (1977)
- SELLNER Dieter Technischer Fortschritt und Technisches Risiko im Lichte der Rechtsprechung, Schlußvortrag auf dem 7. Deut. AtomR. Symp. vom 16.-17. März 1983 in Göttingen (vgl. auch DVBl 1983, S. 625)
- SMIDT, D. Verminderung des Restrisikos in DWR-Kernkraftwerken, atw 1976, 253
- ders. Reaktorsicherheitstechnik; Sicherheitssysteme und Störfallanalyse für Leichtwasserreaktoren und schnelle Brüter, Berlin/Heidelberg/New York, 1979, (Springer)

- ders. Die Grenzen von Naturwissenschaft und Technik (Das Problem "Stand von Wissenschaft und Technik" aus der Sicht des Technikers), atw 1980, 70
- STEIGER Heinhard Umweltschutz durch planende Gestaltung, ZRP 1971, 133
- SÜßMANN G. Ideologie und Ethik im Spannungsfeld der Kernenergie-Diskussion, Vortrag auf dem 3. GRS-Fachgespräch München, 29.-30. November 1979, in: GRS-Bericht Nr.: GRS-16
- SUTER H./JOSCHEK H.J. Chem. Ing. Technik 47, 241 (1975)
- TAPAVICZA von M./
OCH F. Analytische Lebensdauerabschätzung von Hubschrauberbauteilen; DGLR - Symposium: "Ermüdungsfestigkeit von Flugzeugteilen und modernen Bauweisen", (Vortrag Nr. 78 - 195, Darmstadt, 22.9.78 über Arbeiten bei Messerschmidt-Bölkow-Blohm, Ottonbrunn)
- TEPLITZKY Otto Positiver Vaterschaftsbeweis durch Blutgruppengutachten? NJW 1963, 382
- THIEME Werner Die Zuverlässigkeit von Umweltschutzklagen, NJW 1976, 705
- ders. Verwaltungslehre, 3. Aufl., Köln/Berlin/Bonn/München, 1977; in der Reihe Akademia Juris, Lehrb. d. Rechtswiss. (Carl Heymann)

- TIETZE Alfons Über die Möglichkeit zur Bestimmung
eines Sicherheitsgrades komplexer
technischer Systeme, TU (1976), S.
119
- TÜV Rheinland "Menschliche Faktoren in Kernkraft-
werken", Verlag TÜV Rheinland, Köln,
1978
- VINEK W. Status and Trends in the European
Practices and Legislation for Safety
and Enviroment. The Nuclear Case.
Ispra Course, Advanced Seminar on
Risk and Safety Assessment in Indu-
strial Activities, June 26-30, 1978
- VINCK W./REIJEN von G. Quantitative Risk Assessment the
promised but not the sacred; Sympo-
sium: "Implications of WASH - 1400;
at the International Conf. on World
Nuclear Power, sponsered by ANS/ENS,
Nov. 14.-19., 1979
- WACKE Gerhard Der Begriff der Verursachung im Po-
lizeirecht (Bedingungslehre), DÖV
1960, 93
- WAGNER Helmut Die Risiken von Wissenschaft und
Technik als Rechtsproblem, NJW 1980,
665
- ders. Nutzen und Grenzen wissenschaftlich-
technischer Risikoanalysen aus recht-
licher Sicht, BB 1980, 1809
- WÄLDE Thomas W. Recht und Umweltschutz - Das Erfor-
dernis eines mehrdimensionalen und
integrierten Ansatzes im Rechtsden-
ken, AÖR 99, S. 585 (1974)

- WATZEL G.V.P. Kritische Analyse zur Sicherheitsanalyse mit Hilfe des Auslegungsunfalls, atw 1971, 533
- WEITBRECHT Rudolf Wahrscheinlichkeit, Zufall und Statistik, Phys. Bl. 35, 525 (1979)
- WEITNAUER Hermann Wahrscheinlichkeit und Tatsachenfeststellung; in: Beiheft zu VersR 1968 (hrsg. v. Prof. Dr. E. Klingmüller, Köln/Karlsruhe), Karlsruher Forum 1966, Beweisfragen im Schadensersatzrecht
- ders. Zur Lehre vom adäquaten Kausalzusammenhang, Versuch einer Ehrenrettung; in: Festgabe, Oftinger (60. Geburtstag), Hrsg. M. Keller, Zürich 1969, (Schulthess)
- WEIZÄCKER von, Carl Friedrich Zum Weltbild der Physik, 3. Aufl., 1945
- WEYREUTHER Felix Die höchstrichterliche Rechtsprechung zum Anscheinsbeweis, DRiZ 1957, 55
- WICHMANN D. Über statistische Verfahren im erbbiologischen Vaterschaftsnachweis, NJW 1963, 383
- WIEHR K./
ERBACHER F./
HARTEN U./
JUST, W./
NEITZEL H.J./
SCHÄFFNER P./
SCHMIDT H. Brennstabverhalten in der Wiederauffüll- und Flutphase eines Kühlmittelverluststörfalles, PNS - Jahreskolloquium 1977 (Kernforschungszentrum Karlsruhe)

- WILL Michael R. Quellen erhöhter Gefahr, Reihe:
Münchener Universitätsschriften,
Bd. 42, München, 1980 (C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung)
- WINTERS H.J. Atom- und Strahlenschutzrecht,
Erläuterte Ausgabe, München, 1978
- WOLFF H.J. Verwaltungsrecht II, 3. Auflage,
1967, München; Verwaltungsrecht
III, 3. Aufl., 1973, München
- ZIEBART W./HECKEL K. Ein Ansatz zur Berücksichtigung
der Bauteilform und Bauteilgröße
bei Lebensdauervorhersagen, Zeitschrift für Werkstofftechnik 8,
105 (1977) (Verlag Chemie)
- ZIEGLER E. Das Atomenergierecht in der Bundesrepublik Deutschland nach dem Stand von 1977, Jahrb. der Atomwirtschaft 1978, S. A27ff

Lebenslauf

8. April 1945 : geboren in Bayreuth als Sohn des Verwaltungsangestellten Wilhelm Mathiak und seiner Frau Anni
- 1951 bis 1956 : Besuch der Volksschule in Bindlach bei Bayreuth
- 1956 bis 1965 : Besuch der Oberrealschule in Bayreuth
- Juni 1965 : Abitur
- Nov. 1965 bis : Physikstudium an der Universität München
- Dez. 1971
- Nov. 1968 bis : zusätzlich zum Physikstudium Jura als Zweitstudium
- Juli 1972
- Dez. 1971 : Diplomprüfung in Physik nach Abgabe der Diplomarbeit über den Aufbau eines Detektorsystems zum Nachweis der verschiedenen Reaktionsprodukte bei Kernreaktionen zwischen Schwerionen
- Jan. 1972 bis : wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Kernphysik der Sektion Physik der Universität München zur Untersuchung von Schwerionen-Kernreaktionen
- Juli 1975
10. Sept. 1975: Promotion zum Dr. rer. nat. an der Universität München mit Untersuchungen der Vier-Nukleonen-Transferreaktion (^{12}C , ^8Be) als Dissertationsthema
- Okt. 1975 bis : Wissenschaftlicher Angestellter am Forschungsreaktor Garching (FRM) des Physikdepartements der Technischen Universität München. Arbeitsgebiet: Neutronenphysikalische Experimente am FRM, aktuelle Probleme aus der nuklearen Festkörperphysik und der nuklear-medizinischen Physik, Ausbildung von Physikstudenten. Daneben: Fortführung des Jura-Studiums an der Universität München zur Vertiefung der juristischen Kenntnisse.
- März 1978
- April 1978 bis : Wissenschaftlicher Angestellter am Lehrstuhl von Prof. Dr. Lerche im Institut für Politik und Öffentliches Recht der Universität München. Aufgabe: Forschungsarbeit zum Thema "Probabilismus in Gesetzgebung und Verwaltung bei der Risikobeurteilung kerntechnischer Anlagen im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren". Daneben: Fortsetzung des Jura-Studiums als Promotionsstudium.
- März 1980
- März 1979 : Eheschließung, Ehefrau: Christiane, geb. Ponn
- ab April 1980 : Referent im Bundesministerium des Innern, Abteilung "Reaktorsicherheit, Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen und Strahlenschutz"; am 20. Mai 1981 Ernennung zum Oberregierungsrat. Abschluß der Arbeiten an der Dissertation.

Ehrenfried M. Hül

Bonn, den 1.12.1984

